



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA

DE SISTEMAS

**PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO
BASADO EN EL TRÁFICO DE
DATOS PREVISTO**

Francisco Javier Caravaca Ferrer

Cádiz, Julio 2015



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS

PROYECTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO BASADO EN EL
TRÁFICO DE DATOS PREVISTO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AUTOMÁTICA, ELECTRÓNICA,
ARQUITECTURA Y REDES DE COMPUTADORES

ÁREA: ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES

DIRECTOR DEL PROYECTO: FERNANDO PÉREZ PEÑA

AUTOR DEL PROYECTO: FRANCISCO JAVIER CARAVACA
FERRER

Cádiz, Julio 2015

Fdo.: Francisco Javier Caravaca Ferrer

Agradecimientos:

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres su constante apoyo y su inagotable paciencia. Mi madre como voz principal y mi padre como voz en la sombra, han sido un gran apoyo tanto en la elaboración del proyecto como en el transcurso de la carrera.

Gracias por vuestro sacrificio y ayuda para que nunca me rindiera y pudiera conseguir todos mis objetivos, sin vosotros no estaría escribiendo estas líneas.

También agradecer a mi hermana Noelia y a mi pareja Laura su apoyo y comprensión en momentos complicados, siempre con vistas a mejorar mi presente y futuro.

Por supuesto, también agradezco enormemente a mi tutor Fernando Pérez Peña su ayuda prestada en todo momento, ayudándome incluso estando en diferentes países.

ÍNDICE

ÍNDICE	6
1 FIGURAS.....	10
2 TABLAS	11
3 PLANOS	12
MEMORIA	13
1 INTRODUCCIÓN	14
2 OBJETO.....	14
3 ALCANCE.....	14
4 ANTECEDENTES	15
4.1 Normativa aplicable	15
5 REQUISITOS DEL DISEÑO.....	16
5.1 Generalidades.....	16
5.2 Necesidades	16
5.3 Infraestructura del edificio.....	16
5.4 Requisitos de la red local	17
5.4.1 Estructura y armarios repartidores	18
5.4.2 Puntos de red por usuario	18
6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES	19
6.1 Introducción teórica a los sistemas de cableado estructurado.....	19
6.1.1 Sistemas de cableado estructurado. Requisitos generales	19
6.1.1.1 Estructura del sistema de cableado genérico	19
6.1.1.2 Prestaciones del canal.....	21
6.1.1.3 Referencias de implementación para el cableado troncal	24
6.1.1.4 Requisitos de los cables.....	25
6.1.1.5 Requisitos del hardware de conexión	26
6.1.1.6 Requisitos para latiguillos y puentes	27
6.1.1.7 Características electromagnéticas del cableado balanceado	29
6.1.1.8 Aplicaciones soportadas	29
6.1.2 Sistemas de cableado estructurado. Edificios de oficina	30
6.1.2.1 Objeto y campo de aplicación y conformidad	31
6.1.2.2 Estructura del sistema de cableado genérico en edificios de oficinas	31
6.1.2.3 Prestaciones de canal en edificios de oficinas	36
6.1.2.4 Implementación de referencia en edificios de oficinas	37
6.1.2.5 Requisitos para latiguillos en edificios de oficinas	41
7 SOLUCIÓN ADOPTADA	42
7.1 Introducción	42
7.2 Elección de la jerarquía de red	42
7.3 Emplazamiento de las tomas de telecomunicaciones	44
7.4 Emplazamiento de los repartidores	45
7.5 Tráfico de red	46
7.5.1 Caracterización del tráfico de la red.....	46
7.5.2 Caracterización de la carga de tráfico	46
7.5.3 Cálculo teórico de la carga de tráfico	47
7.5.4 Estimaciones de la carga de tráfico causado por aplicaciones.....	47
7.5.4.1 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Navegación web	48
7.5.4.2 Estimaciones de la carga de tráfico causado por el Correo electrónico	50
7.5.4.3 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Transferencia de archivos	52
7.5.4.4 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Voz-IP	53
7.5.5 Conclusión del estudio de la carga de tráfico	55
7.6 Selección del cableado	56
7.6.1 Sistema de cableado de cobre.....	56
7.6.2 Sistema de cableado de fibra óptica	58
7.7 Selección de la electrónica de red	60
7.7.1 Switch	60
7.7.1.1 Switch capa 3	61
7.7.1.2 Switch capa 2	61
7.7.2 Puntos de acceso	62

7.7.3	Dispositivos de sistema de alimentación ininterrumpida	64
7.8	<i>Elección de rack</i>	65
7.9	<i>Infraestructura del cableado horizontal</i>	65
7.10	<i>Infraestructura del cableado vertical</i>	66
7.11	<i>Descripción de la solución por plantas</i>	67
7.11.1	Planta baja	67
7.11.2	Primera planta	69
7.11.3	Segunda planta	70
8	PLANIFICACIÓN	73
PLANOS.....		76
1	ÍNDICE DE PLANOS	77
2	PLANO DE INTERCONEXIÓN DE LA PLANTA BAJA	78
3	PLANO DE INTERCONEXIÓN DE LA PRIMERA PLANTA	80
4	PLANO DE INTERCONEXIÓN DE LA SEGUNDA PLANTA	82
5	PLANO DE CABLEADO VERTICAL	84
6	PLANO DE RACKS	86
6.1	<i>Rack 1 – Distribuidor de edificio y distribuidor planta baja</i>	86
6.2	<i>Rack 2 – Distribuidor primera planta</i>	88
6.3	<i>Rack 3 – Distribuidor segunda planta</i>	90
7	PLANO DETALLADO DEL CABLEADO HORIZONTAL	92
8	PLANO DETALLADO DEL CABLEADO VERTICAL	94
PLIEGO DE CONDICIONES		97
1	OBJETIVO Y ALCANCE	98
2	CONDICIONES GENERALES	98
3	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	98
3.1	<i>Cableado de cobre</i>	98
3.1.1	Características	98
3.1.2	Instrucciones de instalación	98
3.2	<i>Cableado de Fibra óptica</i>	99
3.2.1	Características	99
3.3	<i>Elementos de interconexión</i>	99
3.3.1	Switch	99
3.3.1.1	Switch capa 3	100
3.3.1.2	Switch capa 2	101
3.3.2	Punto de acceso	103
3.3.3	Conectores de cobre	103
3.3.4	Conectores de fibra óptica	104
3.3.5	Módulo transceptor SFP	104
3.3.6	Cajas de usuarios	104
3.4	<i>Canalizaciones</i>	105
4	CALIDAD Y GARANTÍA DE LA INSTALACIÓN	106
4.1	<i>Calidad de los materiales</i>	106
4.2	<i>Garantías del sistema</i>	106
4.3	<i>Normas de rotulación</i>	107
4.3.1	Normas de rotulación de las rosetas	107
4.3.2	Normas de rotulación de los paneles distribuidores	107
4.3.2.1	Subsistema horizontal	107
4.3.2.2	Subsistema vertical	108
4.4	<i>Procedimientos de ejecución</i>	108
4.4.1	Planta baja	108
4.4.2	Primera planta	109
4.4.3	Segunda planta	109
4.5	<i>Certificación</i>	109
4.5.1	Generalidades	109
4.5.1.1	Certificación de subsistema horizontal	110
4.5.1.2	Certificación de Back-Bone	110

4.5.1.3	Certificación final	110
4.5.2	Parámetros y medidas a testear	110
4.5.3	Formato de certificación	111
ESTADO DE LAS MEDICIONES.....		115
1	DISTANCIAS DEL CABLEADO	116
1.1	<i>Cableado horizontal</i>	116
1.2	<i>Cableado vertical</i>	119
2	LISTADO DE UNIDADES.....	119
PRESUPUESTO.....		122
1	PRESUPUESTO DETALLADO.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....		126
1	BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXO A		129
1	EJEMPLO DE ACTA DE REUNIONES	130
2	FICHA TÉCNICA DE LOS DISPOSITIVOS	131

1 FIGURAS

- Figura 1: Estructura del cableado genérico.
- Figura 2: Ejemplo de los diferentes subsistemas en una estructura de cableado genérico.
- Figura 3: Ejemplo de emplazamiento de elementos funcionales.
- Figura 4: Interfaces de prueba y de equipo.
- Figura 5: Ejemplo de sistema de cableado genérico con repartidores de planta y edificio combinados.
- Figura 6: Conexión de elementos funcionales que proporcionan redundancia.
- Figura 7: Ejemplo de un sistema donde se muestra las interfaces de cableado.
- Figura 8: Modelos de cableado horizontal.
- Figura 9: Combinaciones de canales troncal/horizontal de fibra óptica.
- Figura 10: Esquema de jerarquía por capas.
- Figura 11: Esquema de la jerarquía de núcleo colapsado.
- Figura 12: Topología de mallas.
- Figura 13: topología en estrella.
- Figura 14: En la imagen podemos comprobar la capa a la que pertenecen las diferentes cabeceras, de navegación web.
- Figura 15: Pila de protocolos del servicio de la navegación web.
- Figura 16: En la imagen podemos comprobar la capa a la que pertenecen las diferentes cabeceras de correo electrónico.
- Figura 17: Pila de protocolos del servicio de correo electrónico.
- Figura 18: Pila de protocolos del servicio de transferencia de archivos.
- Figura 19: Esquema de las cabeceras empleadas en Voz-IP para la codificación de G.711.
- Figura 20: Esquema de las cabeceras empleadas en Voz-IP para la codificación de G.729a.
- Figura 21: Pila de protocolos del servicio de Voz-IP.
- Figura 22: Los diferentes tipos de cable de cobre.
- Figura 23: Muestra las diferencias entre monomodo y multimodo. Y las diferencias entre multimodo de 62,5/125 μm y multimodo de 50/125 μm .
- Figura 24: conector LC para cable de fibra óptica.
- Figura 25: Elementos de la infraestructura del cableado horizontal.
- Figura 26: Elementos de la infraestructura del cableado vertical.
- Figura 27: Planificación del proyecto realizada con Gantt Project.
- Figura 28: Caja de usuario doble.
- Figura 29: Canaleta metálica de 75mm x 75mm.
- Figura 30: Bandeja metálica de 250mm x 100mm.
- Figura 31: Ángulos y derivaciones de bandejas.
- Figura 32: Ejemplo de rotulación de una roseta.
- Figura 33: Ejemplo de rotulación de un patch panel de cableado vertical.
- Figura 34: Ejemplo de acta de reuniones.

2 TABLAS

- Tabla 1: Aplicaciones solicitadas por la empresa.
- Tabla 2: Fórmulas de límites del retardo de propagación para configuración de canal.
- Tabla 3: Límites de retardo diferencial para configuración de canal.
- Tabla 4: Límites de atenuación para configuración de canal de cableado de fibra óptica.
- Tabla 5: Ecuaciones de longitud de configuración de canal para cableado de fibra óptica.
- Tabla 6: Requisitos de prestaciones para cables de fibra óptica multimodo.
- Tabla 7: Requisitos de pérdidas de retorno para latiguillos.
- Tabla 8: Listado informativo del NEXT para latiguillos de Categoría 5, 6 y 7.
- Tabla 9: Aplicaciones ICT soportadas que usan cableado balanceado.
- Tabla 10: Máximas longitudes de canal para implementaciones de referencia.
- Tabla 11: Ecuaciones de canal de fibra óptica.
- Tabla 12: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la planta baja.
- Tabla 13: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la primera planta.
- Tabla 14: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la segunda planta.
- Tabla 15: Detalles de los usuarios de la red. Se muestran los tipos de usuario, la localización y las aplicaciones que tendrán disponible.
- Tabla 16: En esta tabla podemos comprobar el tamaño de las muestras recogidas para el estudio de la navegación web en diferentes navegadores.
- Tabla 17: En esta tabla podemos comprobar la máxima carga de tráfico con el códec G.711.
- Tabla 18: En esta tabla podemos comprobar la máxima carga de tráfico con el códec G.729a.
- Tabla 19: Comparación de diferentes cableados de Categoría 6A.
- Tabla 20: Comparación de diferentes cableados de fibra óptica multimodo OM3.
- Tabla 21: Comparativa de racks.
- Tabla 22: Comparativa de switches de capa 3.
- Tabla 23: Comparativa de switches de capa 2.
- Tabla 24: Estándares de los Puntos de acceso.
- Tabla 25: Comparativa de Puntos de acceso.
- Tabla 26: Comparativa de dispositivos SAI.
- Tabla 27: Elementos ubicados en el Rack 1.
- Tabla 28: Elementos ubicados en el Rack 2.
- Tabla 29: Elementos ubicados en el Rack 3.
- Tabla 30: Emplazamiento de la certificación.
- Tabla 31: Empresa certificadora.
- Tabla 32: Características técnicas del sistema de cableado a certificar.
- Tabla 33: Resultados de las mediciones realizadas en las tomas a certificar.
- Tabla 34: Incidencias detectadas en la certificación.
- Tabla 35: Normativa de obligado cumplimiento.
- Tabla 36: Resultado de la certificación.
- Tabla 37: Distancia del cableado en la planta baja.
- Tabla 38: Distancia del cableado en la primera planta.
- Tabla 39: Distancia del cableado en la segunda planta.
- Tabla 40: Distancia total de cableado horizontal.
- Tabla 41: Distancia total de cableado vertical.
- Tabla 42: Listado de unidades.
- Tabla 43: Presupuesto de los materiales.
- Tabla 44: Presupuesto de la certificación.
- Tabla 45: Presupuesto de los trabajadores.
- Tabla 46: Presupuesto total.

3 PLANOS

- Plano de interconexión de la planta baja.
- Plano de interconexión de la primera planta.
- Plano de interconexión de la segunda planta.
- Plano de cableado vertical.
- Plano de rack 1.
- Plano de rack 2.
- Plano de rack 3.
- Plano detallado del cableado horizontal.
- Plano detallado del cableado vertical.

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Este documento es la memoria del proyecto de sistema de cableado estructurado en el edificio *Call of Westeros* (C.O.W.), donde se establece el proceso seguido para la realización del proyecto y su solución adoptada.

En este proyecto se atiende a la necesidad de un sistema de cableado estructurado para el edificio C.O.W. Este edificio es de nueva construcción, por lo tanto, no dispone de un sistema de cableado estructurado previo. El edificio se va a construir en el parque empresarial de Poniente, perteneciente a la Zona Franca de Cádiz, del cual recibe su nombre.

2 OBJETO

El objeto de este proyecto es dotar al edificio C.O.W. de una instalación de sistema de cableado estructurado, con la finalidad de disponer de una red local que permita la transmisión de información entre los trabajadores del edificio con la posibilidad de conexión con el exterior. Además, se pretende ofrecer un servicio de calidad, cumpliendo con todas las normativas vigentes.

3 ALCANCE

El edificio albergará, principalmente, oficinas de trabajo para una empresa de marketing llamada GoVe. La empresa necesita un diseño de cableado estructurado acorde a sus necesidades actuales y que tenga además la capacidad para futuras ampliaciones de la empresa.

En concreto, definimos dentro del alcance del proyecto los siguientes puntos específicos a desarrollar:

- Realizar un estudio del tráfico esperado según los requisitos presentes del cliente, analizando las aplicaciones que el cliente requiere para obtener unos datos certeros.
- Selección de la tecnología de red adecuada en base al estudio realizado del tráfico, dando así capacidad a una posible ampliación del tráfico.
- Comparativa y selección de la electrónica de red utilizada para nuestro cableado estructurado en base al estudio de tráfico.
- Ofrecer la posibilidad de conexión a la red a personas ajenas a la empresa que acudan a reuniones o conferencias.
- Planificación de la instalación por plantas, de cableado vertical y de racks con detalles.

Quedando fuera del alcance del proyecto el diseño y despliegue de la red de alimentación eléctrica, el despliegue del servicio de telefonía IP y la configuración de los equipos activos.

4 ANTECEDENTES

La empresa de marketing GoVe solicita un diseño de cableado estructurado para el edificio C.O.W que pueda satisfacer sus necesidades actuales además de tener la capacidad de crecimiento en un futuro; cumpliendo con la normativa vigente.

Dicha empresa tiene su sede principal en Madrid. Ésta va a ser su segunda sede con la que pretenden centrar su estudio en el marketing internacional, para así empezar a trabajar fuera del territorio español. Actualmente sólo se dedican al marketing nacional.

Para que el director encargado del proyecto de cableado conozca las necesidades existentes, así como los requisitos y objetivos a cumplir, además de la infraestructura del edificio ha sido necesario llevar a cabo una serie de contactos con la empresa GoVe. Gracias a estos contactos, el director de proyecto podrá tener una idea clara de cómo debe diseñar el sistema de cableado estructurado.

Lo que se deriva de estos contactos establecidos es que la empresa contará con un total de 60 trabajadores dispuestos en las tres plantas útiles que tendrá el edificio que la empresa piensa construir.

4.1 Normativa aplicable

A continuación se listan las normativas aplicables a este proyecto de sistema de cableado estructurado y que serán de obligado cumplimiento.

- UNE 157001 Criterios generales para la elaboración de formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- EN 50173-1 Sistemas de cableado estructurado (2011) [1].
- UNE-EN 50173-2 Sistemas de cableado estructurado para edificio de oficinas (2009) [2].

5 REQUISITOS DEL DISEÑO

5.1 Generalidades

En una serie de contactos con la empresa, mediante reuniones presenciales de aproximadamente una hora cada una, la empresa comunica al director del proyecto sus requisitos y exigencias respecto al proyecto.

Todo esto queda reflejado en un acta, que se redacta en cada reunión, además también quedan anotados todos y cada uno de los temas tratados en las reuniones, para así evitar problemas y malentendidos.

El principal deseo de la empresa es crear una red local para que todos y cada uno de los trabajadores tengan conectividad entre ellos y además tener la posibilidad de conexión con el exterior.

5.2 Necesidades

Las necesidades de la empresa pasan por conectar las oficinas pertenecientes al edificio C.O.W. entre sí para la transferencia de archivos y posibles comunicaciones entre ellas. Así que se nos solicita que la conexión debe ser robusta y fiable para evitar problemas a la hora de establecer las comunicaciones.

Además, se nos comunica que se necesitan tomas de telecomunicaciones para 62 puestos de trabajo. Igualmente, se nos informa de las aplicaciones que tendrá que soportar este cableado estructurado.

Navegador web
Correo Electrónico
Transferencia de archivos
Voz-IP

Tabla 1: Aplicaciones solicitadas por la empresa.

También se solicita que los invitados que puedan acceder a la empresa, ya sea a la sala de actos o a la sala de juntas, puedan tener la posibilidad de conectarse a la red.

5.3 Infraestructura del edificio

Tal y como se indicó anteriormente, el edificio es de nueva construcción y constará de 4 plantas: un garaje y tres plantas útiles definidas como planta baja, primera planta y segunda planta.

En estas tres plantas útiles tendremos ubicadas diferentes oficinas numeradas desde la 1 hasta la 7, además de cuatro despachos, una recepción, una secretaría, una sala de juntas y un salón de actos. En estas plantas se repartirán un total de 62 equipos de trabajo.

El garaje servirá de aparcamiento para algunos empleados, ya que dispone de un total de 27 plazas de estacionamiento con un total de 574,23 metros cuadrados. Por tanto, carece de sentido incluir esta planta en nuestro proyecto.

La planta baja nos servirá como entrada al edificio. En esta planta encontraremos el hall de ingreso donde está la recepción. También encontraremos la secretaría, una oficina y un despacho. Tiene un total de 574,23 metros cuadrados.

La primera planta constará de una oficina, un despacho y la sala de actos. Con un total de 919,74 metros cuadrados.

Y por último, en la segunda planta encontraremos una serie de oficinas y de despachos, junto con la sala de juntas. Con un total de 919,74 metros cuadrados, como la primera planta.

Al tratarse de un edificio destinado a oficinas, éste estará dotado de un falso techo de escayola, que permite la instalación de bandejas de cableado evitando las canalizaciones vistas. Además, se nos informa que se ha construido una habitación acondicionada por planta útil para la colocación de los racks con sus correspondientes dispositivos electrónicos.

También se nos informa que la altura de cada planta es de 3,5 metros hasta el falso techo. Dicha información es muy valiosa a la hora de realizar las mediciones, ya que desde las bandejas a cada toma de telecomunicaciones tendremos que añadir estos 3,5 metros de cable que irán por unas canaletas.

La forma en la que el cableado será desplegado está detalladamente descrita en el pliego de condiciones.

5.4 Requisitos de la red local

La empresa está interesada en dotarse, con este proyecto, de una red de alta velocidad a la par que un coste no abusivo; además de fácil mantenimiento y administración. Solicita que la red sea capaz de asumir un incremento de al menos un 50% en referencia al tráfico de red.

Según la normativa UNE-EN 50173-2(2009) [2], todo sistema de cableado que cumpla los requisitos mínimos de la norma tendrá una esperanza de vida de más de diez años. Por tanto, es vital que pueda asumir el crecimiento del tráfico de al menos el 50% respecto al actual.

También se nos pide el requisito de que dotemos a la sala de actos y la sala de juntas de una conexión inalámbrica, ya que a estas salas pueden venir personas ajenas a la empresa y es un requisito que puedan tener acceso a la red sin necesidad de tener una toma de telecomunicaciones. Estas salas tienen las siguientes dimensiones: sala de juntas 61,40 metros cuadrados y sala de actos 233,63 metros cuadrados.

A continuación, describimos los requisitos de los repartidores y los puntos de red (tomas de telecomunicaciones) acordadas con el cliente.

5.4.1 Estructura y armarios repartidores

El hecho de que nuestra infraestructura *local area network* (LAN) del edificio tenga que estar dotada de cableado estructurado, etiquetado y certificado nos indica que todos los puntos de deben estar conectados con uno (o varios) armario(s) repartidor(es), que a partir de ahora llamaremos rack(s) con su correspondiente panel de conexiones y su dispositivos de red. Estas conexiones deben estar probadas, certificadas y etiquetadas para su fácil localización.

5.4.2 Puntos de red por usuario

La empresa nos solicita que tengamos, como mínimo, una toma de telecomunicación por puesto de trabajo. No obstante, la norma UNE-EN 50173-2(2009) [2] expresa que cada puesto de trabajo debe contar con un mínimo de dos tomas de telecomunicaciones.

Por tanto, procederemos a la colocación de dos tomas de telecomunicaciones por puesto de trabajo, cumpliendo así la normativa y las exigencias de la empresa.

6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

6.1 Introducción teórica a los sistemas de cableado estructurado

6.1.1 Sistemas de cableado estructurado. Requisitos generales

6.1.1.1 Estructura del sistema de cableado genérico

6.1.1.1.1 Elementos funcionales troncales

Los elementos funcionales troncales del cableado genérico son los siguientes:

- a) repartidor de campus, (RC)
- b) cable de troncal de campus
- c) repartidor de edificio, (RE)
- d) cable de troncal de edificio
- e) repartidor de planta.

6.1.1.1.2 Subsistemas de cableado

Existen tres tipos de subsistemas de cableado genérico: troncal de campus, troncal de edificio y cableado horizontal. Estos subsistemas de cableado se conectan entre sí creando un sistema de cableado genérico con una estructura como la que podemos ver en la figura 1.

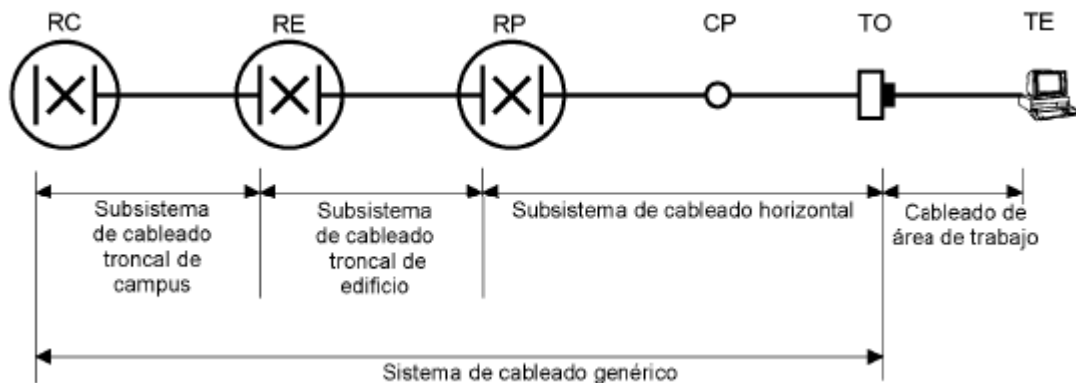


Figura 1: Estructura del cableado genérico [2].

Subsistema de cableado troncal de campus

El subsistema de cableado troncal de campus se extiende desde el repartidor de campus hasta el repartidor de edificio ubicado habitualmente en los edificios. Dicho subsistema incluye:

- a) los cables de troncal de campus
- b) la terminación mecánica de los cables de troncal de campus en los repartidores de campus y de edificio junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes asociados en el RC.

Subsistema de cableado troncal de edificio

El subsistema de cableado troncal de edificio se extiende desde el repartidor de planta. Este subsistema incluye:

- a) los cables de troncal de edificio
- b) la terminación mecánica de los cables de troncal del edificio tanto en el repartidor de edificio como en los repartidores de planta junto con los latiguillos de parcheo y/o puentes asociados en el RE.

Subsistema de cableado horizontal

El subsistema de cableado horizontal se extiende desde el repartidor de planta hasta las tomas de telecomunicaciones. El subsistema incluye:

- a) los cables horizontales
- b) la terminación mecánica de los cables horizontales en la toma de telecomunicaciones y en el repartidor de planta junto con los latiguillos asociados al repartidor de planta
- c) puntos de consolidación (opcionales)
- d) cables CP (opcionales)
- e) las tomas de telecomunicaciones.

Los latiguillos de área de trabajo y de equipo se utilizan para conectar equipos terminales y de transmisión, respectivamente, al subsistema de cableado, aunque no se consideran parte del subsistema de cableado.

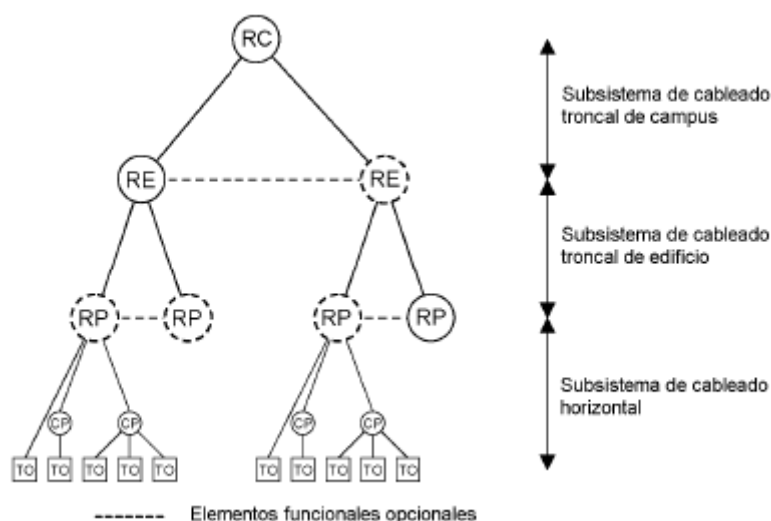


Figura 2: Ejemplo de los diferentes subsistemas en una estructura de cableado genérico [2].

6.1.1.1.3 Emplazamiento de los elementos funcionales

Repartidores de campus, de edificio y de planta

Los repartidores de campus, de edificio y de planta se encuentran, normalmente, en los cuartos de equipos o en los cuartos de telecomunicaciones.

Un cuarto de telecomunicaciones debería proporcionar todas las instalaciones (espacio, potencia, control ambiental, etc.) para componentes pasivos, dispositivos activos, e interfaces de red externa alojados en su interior.

Un cuarto de equipos es un área dentro de un edificio donde los equipos de telecomunicaciones están alojados.

Cables

Los cables son el canal por el que se va a transferir la información. Existen diferentes tipos de cables:

- Cobre de par balanceado: está compuesto por conductores de cobre aislados por material plástico y trenzados en pares. Este trenzado es un promedio de tres trenzas por pulgada. Para mejores resultados, el trenzado debe ser variado entre los diferentes pares.
- Cable coaxial: este tipo de cable se trata de un conductor central fijo (axial) sobre un forro de material aislante, que a su vez lleva una cubierta metálica en forma de malla como segundo conductor. La capa exterior evita que las señales de otros cables o que la radiación electromagnética afecte a la información conducida por el cable coaxial.
- Fibra óptica: la fibra óptica es un medio de comunicación que utiliza la luz confinada en una fibra de vidrio para transmitir grandes cantidades de información en el orden de GiB/s. Para transmitir los haces de luz, se utiliza una fuente de luz como un LED o un diodo láser. En la parte receptora se utiliza un fotodiodo o fototransistor para detectar la luz emitida.

Los cables van a través de vías de cableado. Se pueden emplear varios sistemas de gestión de cable para sustentar los cables en las vías, incluyendo canaletas, conductos y bandejas.

6.1.1.1.4 Interfaces de equipos e interfaces de prueba para cableado troncal

Tanto los interfaces de equipos (IE), como los interfaces de prueba del cableado genérico están localizadas en los extremos de cada subsistema de cableado troncal.

6.1.1.1.5 Dimensionado y configuración

Interfaz de red externa

La interfaz de red externa es la encargada de realizar las conexiones a redes externas para la provisión de servicios.

Acometida de acceso al edificio

Se requieren instalaciones de acceso al edificio en cualquier punto donde el cableado troncal de campus, los cables de red pública y privada acceden a los edificios y se produce una transición a los cables internos.

6.1.1.2 Prestaciones del canal

6.1.1.2.1 Prestaciones de transmisión

Prestaciones de canal de cableado balanceado (cobre)

Generalidades

Tenemos estas Clases para cableado balanceado:

- a) Clase A: especificada hasta 100 kHz;
- b) Clase B: especificada hasta 1 MHz;
- c) Clase C: especificada hasta 16 MHz;
- d) Clase D: especificada hasta 100 MHz;
- e) Clase E: especificada hasta 250 MHz;
- f) Clase E_A: especificada hasta 500 MHz;
- g) Clase F: especificada hasta 600 MHz;
- h) Clase F_A: especificada hasta 1000 MHz.

Los canales de una Clase determinada soportan todas las aplicaciones de las Clases inferiores. La Clase A se considera la Clase más baja.

Pérdidas de retorno

La variación de la impedancia de entrada de un canal se caracteriza mediante las pérdidas de retorno. El parámetro de pérdidas de retorno es aplicable únicamente a las Clases C, D, E, E_A, F y F_A. Los requisitos sobre la pérdida de retorno deben cumplirse en ambos extremos del cable.

Pérdida de inserción

Las pérdidas de inserción α para cada par de un canal debe cumplir los límites calculados, con precisión de un dígito decimal. Aunque no es de aplicación en este proyecto si se requiera, las pérdidas de inserción del canal deben medirse de acuerdo a la Norma EN 50346.

Pérdidas por paradiafonía (NEXT)

-NEXT par a par (NEXT)

El parámetro NEXT par a par es aplicable a las Clases A, B, C, D, E, E_A, F y F_A. La pérdida por paradiafonía (NEXT) par a par α_{NEXT} entre cada combinación de pares de un canal debe cumplir los límites calculados, con precisión de un dígito decimal. Los requisitos de NEXT deben cumplirse en ambos extremos del cableado. Aunque no es de aplicación en este proyecto si se requiera, el NEXT se debe medir de acuerdo con la Norma EN 50346.

-Suma de potencia NEXT (PSNEXT)

El parámetro PSNEXT se aplica únicamente a las Clases D, E, E_A, F y F_A. El PSNEXT α_{PSNEXT} para cada par de un canal debe cumplir los límites calculados, con precisión de un dígito decimal. Los requisitos PSNEXT deben medirse en ambos extremos del cableado.

Relación entre pérdidas de inserción y pérdidas por diafonía, ACR

-ACR par a par

El ACR par a par es un cálculo expresado en dB de la diferencia entre NEXT par a par y la pérdida por inserción del cableado. ACR para cada combinación de pares de un canal debe cumplir los límites calculados con precisión de un dígito decimal. Estos requisitos deben cumplirse en ambos extremos del cableado.

-Suma de potencia ACR (PSACR)

El PSACR es un cálculo de la diferencia entre el PSNEXT y la pérdida por inserción del cableado de cada par de un canal. El parámetro PSARC es aplicable únicamente a las Clases D, E, E_A, F y F_A. El PSACR para cada par de un canal debe cumplir los límites calculados con precisión de un dígito decimal. Estos requisitos deben cumplirse en ambos extremos del cableado.

Pérdidas por telediafonía de igual nivel (ELFEXT)

-ELFEXT par a par

El parámetro ELFEXT es aplicable únicamente a las Clases D, E, E_A, F y F_A. Se trata de la diferencia entre el FEXT y la pérdida de inserción del cableado. El ELFEXT para cada combinación de pares de un canal debe cumplir los límites con precisión de un dígito decimal. Estos requisitos deben cumplirse en ambos extremos del cableado.

-Suma de potencia ELFEXT (PSELFEXT)

El parámetro ELFEXT es aplicable únicamente a las Clases D, E, E_A, F y F_A. Se trata de la suma de los valores de FEXT de cada par menos la pérdida de inserción del cableado. El PSELFEXT para cada par de un canal debe cumplir los límites con precisión de un dígito decimal. Estos requisitos deben cumplirse en ambos extremos del cableado.

Retardo de propagación

El parámetro de retardo de propagación se aplica a las Clases A, B, C, D, E, E_A, F y F_A. El retardo de propagación para cada par de un canal debe cumplir los límites calculados mediante las fórmulas de la tabla 2. Estos límites deben cumplirse con precisión de tres dígitos decimales.

Clase	Frecuencia MHz	Máximo retardo de propagación μ s
A	$f = 0,1$	20,000
B	$0,1 \leq f \leq 1$	5,000
C	$1 \leq f \leq 16$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$
D	$1 \leq f \leq 100$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$
E	$0,1 \leq f \leq 250$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$
E _A	$0,1 \leq f \leq 500$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$
F	$0,1 \leq f \leq 600$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$
F _A	$0,1 \leq f \leq 1000$	$0,534 + 0,036 / \sqrt{f} + 4 \times 0,0025$

Tabla 2: Fórmulas de límites del retardo de propagación para configuración de canal. [1].

Retardo diferencial

El parámetro de retardo diferencial se aplica únicamente a las Clases C, D, E, E_A, F y F_A. El retardo diferencial entre todos los pares de un canal debe cumplir los límites calculados mediante las ecuaciones de la tabla 3, con precisión de tres dígitos decimales.

Clase	Retardo diferencial máximo μ s
D	0,050 ^{a, c}
E	0,050 ^{a, c}
E _A	0,050 ^{a, c}
F	0,030 ^{b, c}
F _A	0,030 ^{b, c}

^a Cálculo basado en $0,045 + 4 \times 0,00125$.
^b Cálculo basado en $0,025 + 4 \times 0,00125$.
^c Retardo diferencial de cualquier cableado instalado no debe variar en más de 0,010 μ s con estos requisitos.

Tabla 3: Límites de retardo diferencial para configuración de canal. [1].

Prestaciones de canales de cableado de fibra óptica

Generalidades

Tenemos las siguientes Clases de cableado de fibra óptica:

- Los canales de Clase OF-25 para un mínimo de 25 m.
- Los canales de Clase OF-50 para un mínimo de 50 m.
- Los canales de Clase OF-100 para un mínimo de 100 m.
- Los canales de Clase OF-200 para un mínimo de 200 m.
- Los canales de Clase OF-300 para un mínimo de 300 m.
- Los canales de Clase OF-500 para un mínimo de 500 m.
- Los canales de Clase OF-2000 para un mínimo de 2000 m.
- Los canales de Clase OF-5000 para un mínimo de 5000 m.
- Los canales de Clase OF-10000 para un mínimo de 10000 m.

Una determinada Clase de canal de cableado de fibra óptica está especificada de manera que soportará las aplicaciones para dicha Clase si su construcción utiliza el apropiado tipo de cable de fibra óptica.

Atenuación de canal

La atenuación de canal debe cumplir los límites de la tabla 4. La atenuación de canal a una longitud de onda no debe exceder la suma de los valores de atenuación especificada para los componentes a dicha longitud de onda.

Los métodos de ensayo han sido desarrollados para sistemas de conexión de fibra óptica convenientemente compuestos por dos conectores y un adaptador.

Clase	Construidos a partir de tipos de fibra óptica del apartado 7.7	Máxima atenuación de canal				
		dB				
		Multimodo			Monomodo	
		650 nm	850 nm	1 300 nm	1 310 nm	1 550 nm
OF-25	OP1, OP2	8,00 ^a	4,00 ^{a, b}	4,00 ^{a, b}	–	–
OF-50	OP1, OP2	13,00 ^a	5,00 ^{a, b}	5,00 ^{a, b}	–	–
OF-100	OP1, OP2, OH1	23,00 ^a	7,00 ^{a, b}	7,00 ^{a, b}	–	–
OF-200	OP2, OH1	23,0 ^a	11,0 ^a	11,0 ^a	–	–
OF-300	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	–	2,55	1,95	1,80	1,80
OF-500	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	–	3,25	2,25	2,00	2,00
OF-2 000	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	–	8,50	4,50	3,50	3,50
OF-5 000	OS1, OS2	–	–	–	4,00	4,00
OF-10 000	OS1, OS2	–	–	–	6,00	6,00
^a Medido bajo distribución modal de equilibrio.						
^b No aplicable para canales implementados que utilicen OP1 del capítulo 7.						

Tabla 4: Límites de atenuación para configuración de canal de cableado de fibra óptica [1].

6.1.1.3 Referencias de implementación para el cableado troncal

6.1.1.3.1 Cableado balanceado

Generalidades

Las implementaciones se basan en las prestaciones de los componentes a 20° C.

Selección de componentes

La selección de los componentes de cableado balanceado vendrá determinada por la longitud de los canales y la clase de aplicaciones que deberá soportar el cableado.

Longitudes

El canal troncal presenta una conexión cruzada en ambos extremos. Esto representa el peor caso de configuración para un canal troncal.

Se asume que:

- a) el cable flexible de los latiguillos tiene mayores pérdidas de inserción que el cable usado como cableado troncal fijo
- b) el cable de estos latiguillos tiene especificaciones comunes de pérdidas de inserción.

La longitud máxima del cable troncal fijo no debe exceder de los 90 metros.

6.1.1.3.2 Cableado de fibra óptica

Longitudes

Con el fin de adecuar las diferentes cantidades de conexiones acopladas y empalmes de los cables usados en una canal de una Clase determinada, la longitud total del canal debe ser determinada mediante las ecuaciones de la siguiente tabla 5.

Categoría de cable de fibra óptica	Clase	Ecuaciones de implementación		Longitud Máxima
		Longitud de onda		
Multimodo		850 nm	1 300 nm	m
OM1/OM2/OM3 OM4	OF-300	$L = 735 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 1\,300 - 500 \times x - 200 \times y$	300
	OF-500	$L = 935 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 1\,500 - 500 \times x - 200 \times y$	500
	OF-2000	$L = 2\,435 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 3\,000 - 500 \times x - 200 \times y$	2 000
Monomodo		1 310 nm	1 550 nm	
OS1	OF-300	$L = 1\,800 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 1\,800 - 750 \times x - 300 \times y$	300
	OF-500	$L = 2\,000 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 2\,000 - 750 \times x - 300 \times y$	500
	OF-2000	$L = 3\,500 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 3\,500 - 750 \times x - 300 \times y$	2 000
OS2	OF-300	$L = 4\,500 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	$L = 4\,500 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	300
	OF-500	$L = 5\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	$L = 5\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	500
	OF-2000	$L = 8\,750 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	$L = 8\,750 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	2 000
	OF-5000	$L = 10\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	$L = 10\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	5 000
	OF-10000	$L = 15\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	$L = 15\,000 - 1\,875 \times x - 750 \times y$	10 000

L = la longitud del canal (m);
 x = número total de conexiones acopladas en el canal;
 y = número total de empalmes en el canal.

Tabla 5: Ecuaciones de longitud de configuración de canal para cableado de fibra óptica [1].

6.1.1.4 Requisitos de los cables

6.1.1.4.1 Generalidades

En esta sección se define los requisitos mínimos para:

- cables instalados en subsistemas de cableado genéricos
- cables balanceados flexibles que deben ensamblarse como latiguillos.

6.1.1.4.2 Cables balanceados de las Categorías 5, 6, 6A, 7, 7A y BCT-B

Prestaciones básicas requeridas

Tanto los requisitos mecánicos como los eléctricos de los cables que cumplen los requisitos mínimos para soportar las prestaciones de transmisión de las Clases A, B, C, D, E, EA, F y FA, se pueden consultar en la Norma EN 50288-1.

6.1.1.4.3 Cables de fibra óptica

Cables de fibra óptica de núcleo y cubierta de silicio

Cables de fibra óptica multimodo de la Categoría OM1, OM2, OM3 y OM4

La fibra óptica multimodo, con guía de ondas de fibra óptica de índice gradual y con diámetro nominal de 50/125 μm o 62.5/125 μm núcleo/cubierta deben cumplir con la normativa EN 60793-2-10:2004, además de que la fibra sea de tipo A1a.

Cada fibra óptica en el cable debe cumplir con los requisitos de prestaciones de la tabla 6.

Categoría	Atenuación máxima (dB/km)		Ancho de banda modal mínimo MHz x km		
			Emisión en saturación		Emisión láser eficaz
	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	850 nm
OM1	3,5	1,5	200	500	No especificado
OM2	3,5	1,5	500	500	No especificado
OM3	3,5	1,5	1500	500	2000
OM4	3,5	1,5	3500	500	4700

Tabla 6: Requisitos de prestaciones para cables de fibra óptica multimodo [1].

Retardo de propagación

Puede usarse un valor de conversión conservador de retardo de propagación unitario de 5.00 ns/m ($0.667 \times c$) para todas las Categorías de fibra definidas en la tabla 5. Este valor puede utilizarse para calcular el retardo de propagación de canal sin verificación.

Marcado

La categoría de la fibra óptica del interior del cable debe aparecer en la cubierta del cable, para que cualquiera pueda saber la categoría del cableado.

6.1.1.5 Requisitos del hardware de conexión

6.1.1.5.1 Requisitos generales

Introducción

En esta sección se definen los requisitos mínimos para el hardware de conexión instalados en los subsistemas de cableado genérico. Vamos a considerar el hardware como un dispositivo o dispositivos que son empleados para conectar cables o elementos de un cable.

Localización

El Hardware de conexión se instala:

- en un repartidor de campus permitiendo conexiones con el cableado troncal de edificio, con el cableado troncal de campus y con el equipamiento
- en un repartidor de edificio permitiendo conexiones con el cableado troncal y con el equipamiento
- en un repartidor de planta proporcionando las conexiones cruzadas y permitiendo conexiones con el equipamiento
- en otras localizaciones que se pueden consultar en la serie de normas EN 50173
- en la acometida de acceso al edificio.

Diseño

Además de su propósito principal, el hardware de conexión debería diseñarse para proporcionar:

- medios para identificar el cableado para su instalación y administración
- medios para permitir la gestión ordenada del cable
- medios de acceder a monitorizar o verificar el cableado y los equipos activos
- protección contra daños físicos y paso de contaminantes que pueden afectar a sus prestaciones
- una densidad de terminación que sea eficiente espacialmente, pero que también facilite la gestión del cable y la continua administración del sistema de cableado
- medios para llevar a cabo los requisitos de apantallamiento y puesta a tierra, si aplica.

Marcado y código de colores

Para mantener conexiones punto a punto coherentes y correctas, se deben establecer los medios para asegurar que las terminaciones están correctamente localizadas con respecto a las posiciones del conector y a sus correspondientes elementos de cable. Tales medios pueden incluir el uso de colores. Existen dos tipos de estándares para estas conexiones: 568A y 568B [3].

6.1.1.5.2 Hardware de conexión de fibra óptica

Introducción

Consideramos el hardware como un dispositivo o dispositivos que son empleados para conectar cables o elementos de un cable de fibra óptica.

Marcado y código de colores

Para evitar conexiones accidentales de diferentes tipos de fibra y/o categorías de fibra, debería emplearse una codificación de adaptadores y conectores, por ejemplo diferenciados por colores. Se debe mantener una polaridad, correcta de las conexiones dúplex de fibra óptica a través del sistema de cableado por medio de enchavetado físico, administración o ambos. Se puede usar también el enchavetado y la identificación de las posiciones de las fibras para asegurar que se mantiene una polaridad correcta en los enlaces dúplex. Nosotros utilizaremos las normas de rotulación descritas en el Pliego de condiciones de este proyecto.

6.1.1.6 Requisitos para latiguillos y puentes

6.1.1.6.1 Generalidades

Las prestaciones de los canales dependen de las prestaciones de los latiguillos y de los puentes. Los movimientos, ampliaciones y cambios hechos utilizando latiguillos y puentes representan un mayor riesgo en las prestaciones operativas del canal que el de los cables horizontales o troncales instalados.

6.1.1.6.2 Latiguillos balanceados

Generalidades

Si los latiguillos no están prefabricados.

- a) el cable debe ajustarse a las conexiones siguiendo los procedimientos y utilizando las herramientas especificadas por el fabricante de los conectores
- b) si se utilizan cables y conectores apantallados, la pantalla del cable debe conectarse de acuerdo con las instrucciones de conexión del fabricante de los conectores.

Las conexiones y las asignaciones de los pines interconectados deben estar de acuerdo con el uso previsto de los latiguillos y deben ser una extensión lógica del interfaz del cableado con la cual debe ser conectada.

Pérdidas de inserción del cable

La mayoría del hardware de conexión está limitado a un diámetro máximo de 1.02 mm. Para cables que contengan conductos de varias fibras, el diámetro del aislante del conductor influye en el máximo diámetro del conductor para una construcción de cable determinada que a su vez afecta a las pérdidas de inserción del cable.

El mantenimiento de las prestaciones del canal requiere que los cables flexibles con relación de pérdidas de inserción correcta deben utilizarse según lo definido por las reglas de implementación.

Identificación

Cada latiguillo debe ser identificado para indicar:

- a) la longitud
- b) la relación de pérdidas de inserción del cable
- c) la Categoría del cable
- d) el pin-out cuando una relación directa pin-a-pin no exista.

Requisitos de prestaciones eléctricas para latiguillos

Pérdidas de inserción

Las pérdidas de inserción no deben exceder los requisitos de la conexión en ambos extremos, sumados a los requisitos de pérdidas de inserción del cable, escalados en longitud. Las prestaciones de pérdidas de inserción se consiguen por diseño.

Pérdidas de retorno

Los latiguillos deben cumplir los requisitos de pérdidas de retorno especificadas en la tabla 7.

Categoría	Frecuencia MHz	Mínimas pérdidas de retorno dB
5	$1 \leq f < 25$	$19,8 + 3 \times \lg f$
	$25 \leq f \leq 100$	$38 - 10 \times \lg f$
6	$1 \leq f < 25$	$19,8 + 3 \times \lg f$
	$25 \leq f \leq 250$	$38 - 10 \times \lg f$
6A	$1 \leq f < 25$	$19,8 + 3 \times \lg f$
	$25 \leq f < 250$	$38 - 10 \times \lg f$
	$250 \leq f \leq 500$	$14 - 15 \times \lg\left(\frac{f}{250}\right)$
7	$1 \leq f < 25$	$19,8 + 3 \times \lg f$
	$25 \leq f \leq 600$	$38 - 10 \times \lg f$
7A	$1 \leq f < 25$	$19,8 + 3 \times \lg f$
	$25 \leq f \leq 100$	$38 - 10 \times \lg f, 10,0\text{min.}$

Tabla 7: Requisitos de pérdidas de retorno para latiguillos [1].

Pérdidas de paradiafonía (NEXT)

Tenemos un listado informativo de los valores del NEXT a frecuencias clave para diferentes longitudes de latiguillos en la siguiente tabla 8.

Frecuencia MHz	NEXT para latiguillo de Categoría dB								
	5			6			7		
	Longitud			Longitud			Longitud		
	2 m	5 m	10 m	2 m	5 m	10 m	2 m	5 m	10 m
1	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
16	50,3	49,5	48,7	61,6	60,0	58,5	65,0	65,0	65,0
100	35,0	34,7	34,5	46,2	45,0	44,2	65,0	65,0	65,0
250	N/A			38,6	37,9	37,6	60,7	61,2	61,9
600				N/A			55,4	56,2	57,0

Tabla 8: Listado informativo del NEXT para latiguillos de Categoría 5, 6, 6A, 7 y 7A [1].

6.1.1.6.3 Latiguillos de fibra óptica

Requisitos generales

En esta sección se especifica los requisitos mínimos para latiguillos de fibra óptica utilizados para crear canales específicos. Las conexiones y los medios para mantener la polaridad deben estar de acuerdo con el uso previsto de los latiguillos y debe ser una extensión lógica del interfaz del cableado con la cual debe ser conectada.

Identificación

Cada latiguillo debe ser identificado para indicar:

- a) la longitud
- b) el diámetro del núcleo
- c) la Categoría de núcleo
- d) el mapa de puertos cuando una relación directa puerto-a-puerto no exista.

6.1.1.7 Características electromagnéticas del cableado balanceado

Las características electromagnéticas de una instalación de red se ven influenciadas por una serie de parámetros que caracterizan las propiedades de balanceo y/o apantallamiento del cableado.

El balanceo se define como la atenuación no balanceada. Los métodos de ensayo de la atenuación no balanceada para componentes están definidos para frecuencias hasta 100 MHz.

La eficacia del apantallamiento se caracteriza para componentes, para la cual utilizamos el parámetro impedancia de transferencia. La impedancia de transferencia es el cociente entre la tensión longitudinal medida en el lado secundario de la pantalla y la corriente en la pantalla, causada por un circuito inductor primario.

Las características de eficacia del balanceo y la eficacia del apantallamiento se combinan en un parámetro llamado atenuación de acoplamiento. Esta atenuación de acoplamiento se mide desde 30 MHz hasta 1000 MHz.

En definitiva, el uso de componentes con buenas características electromagnéticas, el uso de componentes apantallados o no apantallados, y la instalación según las instrucciones de los fabricantes, nos ayudaran a conseguir un cableado con buenas características electromagnéticas.

6.1.1.8 Aplicaciones soportadas

6.1.1.8.1 Aplicaciones soportadas por el cableado balanceado

El cableado balanceado especificado en la norma europea EN 50173-1(2011) [1] está pensado para soportar las aplicaciones detalladas en esta sección. El cableado genérico está diseñado para soportar transmisión óptica y eléctricamente balanceada.

La tabla 9 contiene las aplicaciones ICT establecidas y emergentes definidas por las especificaciones internacionales. También las aplicaciones soportadas por el cableado balanceado genérico están enumeradas en la tabla 9.

Aplicación	Especificación de Referencia	Fecha	Nombre adicional
Clase A (definida hasta 100 kHz)			
PBX	Requisitos Nacionales		
V.11	Rec. ITU-T V.11	1996	
X.21	Rec. ITU-T X.21	1992	
Clase B (definida hasta 1 MHz)			
S ₀ -Bus (extendido)	Rec. ITU-T I.430	1993	RDSI Acceso Básico (Capa física)
S ₀ Punto-a-Punto	Rec. ITU-T I.430	1993	RDSI Acceso Básico (Capa física)
S ₀ en Estrella	Norma EN 50098-1 :1998/A1(ITU-T I.430)	2002	
S ₁ /S ₂	Rec. ITU-T I.431	1993	RDSI Acceso Primario (Capa física)
Clase C (definida hasta 16 MHz)			
CSMA/CD 10Base-T	ISO/IEC 8802-3	1996	Ethernet
Token Ring 4 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
ATM LAN 25,60 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0040.000	1995	ATM-25/Categoría 3
ATM LAN 51,84 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0018.000	1994	ATM-52/Categoría 3
ATM LAN 155,52 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0047.000	1995	ATM-155/Categoría 3
Clase D (definida hasta 100 MHz)			
CSMA/CD 100BASE-TX	ISO/IEC 8802-3	1997	Fast Ethernet
Token Ring 100 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1999	Token Ring Alta velocidad
CSMA/CD 1000BASE-T	ISO/IEC 8802-3	1999	Gigabit Ethernet
Token Ring 16 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
ATM LAN 155,52 Mbit/s	MFA Forum af-phy-0015.000	1994	ATM-155/Categoría 5
Firewire 100 Mbit/s	IEEE 1394b	1999	Firewire/Categoría 5
Clase E (definida hasta 250 MHz)			
10GBASE-T ^a	IEEE 802.3an	2006	10 Gigabit Ethernet
ATM LAN 1,2 Gbit/s	MFA Forum af-phy-0162.000	2001	ATM-1200/Categoría 6
Clase F (definida hasta 600 MHz)			
10GBASE-T ^a	IEEE 802.3an	2006	10 Gigabit Ethernet
FC-100-TP	ISO/IEC 14165-114	2005	
^a Se están especificando requisitos adicionales en Informe Técnico CLC/TR 50173-99-1.			

Tabla 9: Aplicaciones ICT soportadas que usan cableado balanceado [1].

6.1.2 Sistemas de cableado estructurado. Edificios de oficina

La importancia de las infraestructuras de cableado de las tecnologías de la información es similar a la de otros servicios como la calefacción, el alumbrado o la red eléctrica. La interrupción del servicio puede tener un serio impacto. Un servicio de baja calidad puede poner en riesgo la efectividad de una organización.

En la norma europea UNE-EN 50173-2(2009) [2], podemos observar que está preparada para mostrar las exigencias del cableado genérico en un edificio de oficina y nos proporciona:

- a los usuarios sistemas de cableado genérico independientes de la aplicación y un mercado abierto a los componentes de cableado;
- a los usuarios un esquema de cableado flexible de manera que las modificaciones sean sencillas y económicas;
- a los profesionales de la construcción una guía que permita la colocación del cableado antes de conocer los requisitos específicos; por ejemplo. en la planificación inicial, tanto en nueva construcción como en una reforma;

- d) a los organismos de normalización e industria un sistema de cableado que soporta productos actuales y proporciona una base para el desarrollo de futuros productos y la normalización de aplicaciones.

Está previsto que el sistema de cableado genérico que cumpla los requisitos mínimos de esta norma europea tendrá una esperanza de vida de más de diez años.

6.1.2.1 Objeto y campo de aplicación y conformidad

6.1.2.1.1 Objeto y campo de aplicación

En la norma española UNE-EN 50173-2(2009) [2], queda especificado que el cableado genérico soporta un amplio rango de servicios de comunicación para uso en oficinas, o áreas de oficina dentro de otro tipo de edificios. Puede comprender uno o varios edificios.

Dicha norma española tiene requisitos adicionales adecuados a edificios de oficinas en los cuales la distancia máxima sobre las que los servicios de comunicaciones tienen que ser distribuidos es de 2000 m.

Queda pues especificado lo siguiente:

- a) una estructura y la configuración para cableado genérico dentro de edificios de oficinas de acuerdo con un amplio rango de servicios incluyendo voz, datos, texto, imagen y video
- b) opciones de implementación.

6.1.2.1.2 Conformidad

Para un sistema de cableado que se ajuste a la norma europea mencionada en la sección anterior:

- a) la estructura y configuración debe ajustarse a los requisitos de la sección 6.1.2.2;
- b) las prestaciones de los canales deben ajustarse a los requisitos de la sección 6.1.2.3. Esto debe conseguirse mediante uno de los siguientes puntos:
 - un diseño de canal e implementación que asegure el cumplimiento de la Clase de prestaciones prescritas del canal de la sección 6.1.2.3
 - utilizando las implementaciones de referencia de la sección 6.1.2.4.
- c) deben cumplirse las regulaciones locales concernientes a seguridad;

Además de estos requisitos, se deben cumplir los siguientes requisitos pertenecientes a la norma europea EN 50174:

- d) especificación de instalación y planificación de calidad que detalle:
 - los parámetros de ensayo a medir;
 - los niveles de muestreo a explicar;
 - el tratamiento de los canales o enlaces que fallen en el cumplimiento de los requisitos
- e) gestión;
- f) instalación.

6.1.2.2 Estructura del sistema de cableado genérico en edificios de oficinas

6.1.2.2.1 Generalidades

Esta sección identifica los elementos funcionales del cableado genérico, describe cómo se conectan entre sí para formar subsistemas e identifica las interfaces en las que se conectan los componentes específicos a las aplicaciones.

6.1.2.2.2 Elementos funcionales

Esta norma especifica los siguientes elementos funcionales e interfaces de cableado genérico:

- a) cable horizontal;
- b) punto de consolidación (CP);
- c) cable de punto de consolidación (cable CP);
- d) conjunto TO multiusuario (conjunto MUTO);
- e) toma de telecomunicaciones (TO).

6.1.2.2.3 Estructura general y jerarquía

Véase la sección 6.1.1.1.2, ya que los describimos con anterioridad.

Objetivos de diseño

Cableado horizontal

El cableado horizontal debería diseñarse para soportar el más amplio conjunto de las aplicaciones existentes y emergentes, para así poder proporcionar la mayor vida operativa posible.

6.1.2.2.4 Emplazamiento de los elementos funcionales

La figura 3 muestra un ejemplo de cómo los elementos funcionales se emplazan en un edificio.

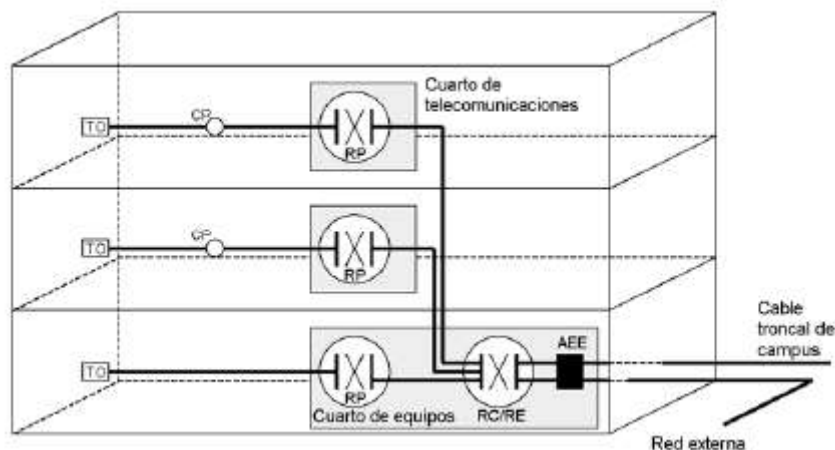


Figura 3: Ejemplo de emplazamiento de elementos funcionales [2].

Emplazamiento de las tomas de telecomunicaciones

Las tomas de telecomunicaciones se localizan en las zonas de área de trabajo, en función del diseño del edificio. Normalmente dentro de oficinas y/o despachos

Emplazamiento de elementos funcionales diferentes a las tomas de telecomunicaciones

No es de aplicación en este proyecto. No obstante, se recomienda consultar la Norma EN 50173-1(2011) [1] para obtener más detalles acerca de este tipo de emplazamientos.

6.1.2.2.5 Interfaces

Interfaces de equipo e interfaces de prueba

Tanto las interfaces de equipo potenciales como las interfaces de prueba potenciales se localizan en los extremos del subsistema de cableado horizontal como en la figura 4.



Figura 4: Interfaces de prueba y de equipo [2]

Canales y enlaces

El canal es la ruta de transmisión entre el equipo de tecnologías de la información tal como un concentrador LAN (EQP en la figura 4) y el equipo terminal. Es importante que el canal de cableado genérico se diseñe para cumplir las prestaciones de la Clase seleccionada ya que van a soportar un tipo de aplicaciones.

Los enlaces pueden verificarse para detectar posibles fallos o durante la puesta en servicio del cableado.

6.1.2.2.7 Dimensionado y configuración

Repartidores

Habitualmente existe un repartidor de campus por campus, un repartidor de edificio por edificio, y un repartidor de planta por planta. Pero el número y tipo de subsistemas que se incluyen en un cableado genérico depende de la geografía y tamaño del campus o edificio, y de la estrategia del usuario.

El diseño de los repartidores debería asegurar que las longitudes de los latiguillos y latiguillos de equipo se minimicen. Para las implementaciones descritas en el capítulo 6.1.2.4, se deben cumplir las máximas longitudes de la tabla 10.

Canal	Longitud m
Horizontal	100
Horizontal + troncal de edificio + troncal de campus	2 000

Tabla 10: Máximas longitudes de canal para implementaciones de referencia [2].

Debería haber un repartidor de planta cada 1000 m2 de espacio reservado para oficinas en la planta. Debería proveerse un mínimo de un repartidor por planta. Si una planta está escasamente ocupada. Se permite dar servicio a esta planta desde el repartidor de planta emplazado en una planta adyacente.

Si un área de planta tiene una extensión superior de 1000 m2, puede necesitarse la instalación de repartidores de planta adicionales para ofrecer un servicio más eficiente en el área de trabajo. La figura 5 muestra un ejemplo de cableado genérico.

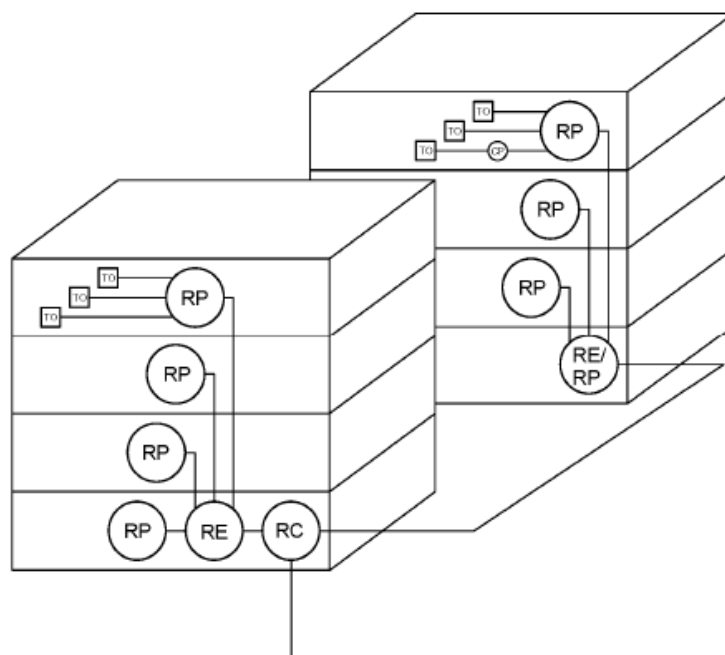


Figura 5: Ejemplo de sistema de cableado genérico con repartidores de planta y edificio combinados [2].

Por razones de seguridad o fiabilidad, la redundancia puede formar parte de un diseño de cableado. La figura 6 representa esquemáticamente uno de los múltiples ejemplos posibles de la conexión de elementos funcionales dentro de un armazón estructurado que protege contra interrupciones en uno o más puntos de la infraestructura de cableado.

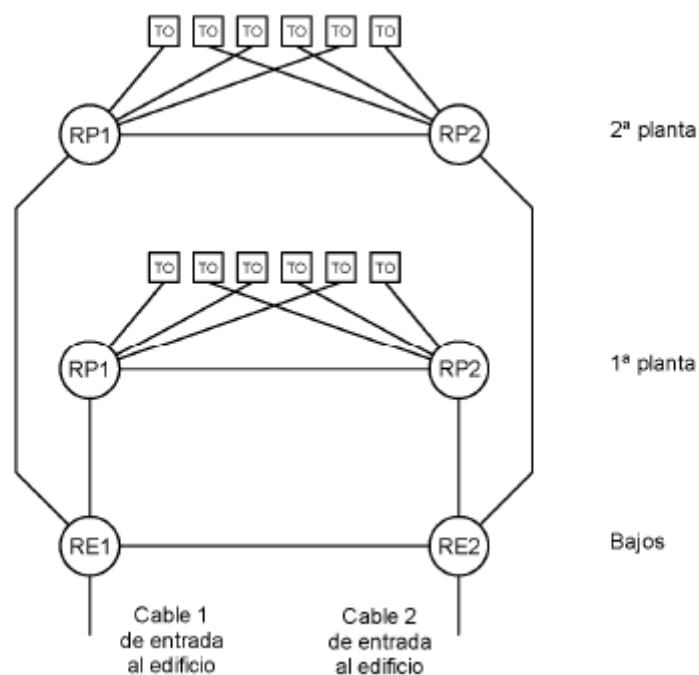


Figura 6: Conexión de elementos funcionales que proporcionan redundancia [2].

Latiguillos de área de trabajo y latiguillos de equipo

Los latiguillos de área de trabajo conectan la toma de telecomunicaciones al equipo terminal. Los latiguillos de equipo conectan el equipo de transmisión a los repartidores del cableado genérico. Ambos tipos de latiguillos no están permanentemente conectados y pueden ser

específicos a la aplicación. La contribución de prestaciones de estos latiguillos debe ser tenida en cuenta en el diseño del canal.

Latiguillos

Los latiguillos se utilizan en implementaciones de conexiones cruzadas en los repartidores. Las prestaciones de estos latiguillos deben ser tenidas en cuenta en el diseño del canal.

Tomas de telecomunicaciones (TO)

Requisitos generales

El diseño de cableado genérico tiene que prever las tomas de telecomunicaciones a instalar por todo el espacio útil de las plantas. Un número elevado de tomas de telecomunicaciones mejorará la capacidad del cableado para realizar cambios. La tomas de telecomunicaciones puede instalarse individualmente o en grupos:

- a) cada área de trabajo individual debe contar con un mínimo de dos tomas de telecomunicaciones;
- b) la primera toma de telecomunicaciones debería ser par cable balanceado de cuatro pares
- c) la segunda toma de telecomunicaciones puede ser para dos fibras ópticas o para cable balanceado de cuatro pares
- d) cada toma de telecomunicaciones debe tener medios permanentes de identificación visible al usuario.

Pueden utilizarse dos pares por toma de telecomunicaciones como alternativa a los cuatro pares, aunque esto requiera una reasignación de pares y no se soporten algunas aplicaciones.

Conjuntos de toma de telecomunicaciones de único usuario

Un conjunto de tomas de telecomunicaciones proporciona servicio a un área de trabajo individual. Esto se conoce como conjunto de toma de telecomunicaciones de único usuario. Debemos usar una de las opciones de implementación que se mostrara en las figuras 8 (para cableado balanceado) y 9 (para cableado de fibra óptica), que tenemos en la sección 6.1.2.4.

Conjuntos de toma de telecomunicaciones multiusuario (MUTO)

En algunas ubicaciones un conjunto de tomas de telecomunicaciones puede utilizarse para dar servicio a más de un área de trabajo. Esto se conoce como conjunto de toma de telecomunicaciones multiusuario MUTO. Debemos usar una de las opciones de implementación que se mostrara en las figuras 8 (para cableado balanceado) y 9 (para cableado de fibra óptica), que tenemos en la sección 6.1.2.4.

Además, allí donde se vaya a utilizar un conjunto MUTO debemos tener en cuenta lo siguiente:

- a) un conjunto MUTO debe emplearse en un área de trabajo abierta de manera que cada espacio amueblado quede soportado por un conjunto MUTO como mínimo
- b) un conjunto MUTO debería limitarse a dar servicio a un máximo de doce áreas de trabajo
- c) un conjunto MUTO debería emplearse en ubicaciones permanentes y accesibles al usuario;
- d) un conjunto MUTO no debe instalarse en techos ni áreas obstruidas;
- e) la longitud del latiguillo de área de trabajo debería limitarse para asegurar la gestión del cable en el área de trabajo.

Puntos de consolidación (CP)

La instalación de un punto de consolidación en el cableado horizontal entre el repartidor de planta y la toma de telecomunicaciones puede ser útil en una oficina donde se requiera flexibilidad a la hora de reubicar la toma de telecomunicaciones en el área de trabajo. Se permite un punto de consolidación entre un repartidor de planta y cualquier toma de telecomunicaciones. El punto de consolidación debe constar únicamente de componentes pasivos.

Debemos tener en cuenta lo siguiente donde se vaya a usar un punto de consolidación:

- a) el punto de consolidación debe emplazarse de manera que el grupo de área de trabajo quede soportado por un punto de consolidación como mínimo
- b) el punto de consolidación debería limitarse a dar servicio a un máximo de doce áreas de trabajo
- c) el punto de consolidación debería emplazarse en ubicaciones permanentes accesibles tales como falsos techos o suelos técnicos
- d) para cableado balanceado, el efecto de múltiples conexiones cercanas entre sí debería considerarse debido a las prestaciones de transmisión a la hora de planificar las longitudes de cable entre el repartidor de planta y el punto de consolidación
- e) el punto de consolidación tiene requisitos de etiquetado y de documentación y deben ser cubiertos en el sistema de gestión del cableado.

Cuartos de telecomunicaciones y cuartos de equipos

Los cuartos de telecomunicaciones deben proporcionar todas las necesidades (espacio, potencia, ventilación, etc.) a los componentes pasivos, dispositivos activos, e interfaces de red externa que vayan a estar alojados en el interior. Cada cuarto de telecomunicaciones debe tener acceso directo al cableado troncal.

Un cuarto de equipos es algo diferente a un cuarto de telecomunicaciones, ya que este es un área dentro de un edificio donde los equipos de telecomunicaciones están alojado, pudiendo contener repartidores o no. En cambio pueden contener más de un repartidor, cosa que no pueden realizar los cuartos de telecomunicaciones. Ya que si un cuarto de telecomunicaciones alojara más de un repartidor este pasaría a considerarse cuarto de equipos.

6.1.2.3 Prestaciones de canal en edificios de oficinas

6.1.2.3.1 Generalidades

En esta sección se especifican las prestaciones mínimas de canal de cableado balanceado y de fibra óptica en función de las Clases.

El soporte de la aplicación depende únicamente de las prestaciones de transmisión de canal.

Los canales se implementan utilizando:

- a) cableado horizontal únicamente;
- b) cableado troncal de edificio únicamente;
- c) cableado troncal de campus únicamente;
- d) combinaciones de las anteriores.

La figura 7 muestra un ejemplo de equipo terminal en el área de trabajo conectado al equipo de transmisión utilizando dos canales, un canal de fibra óptica y un canal de cableado balanceado.

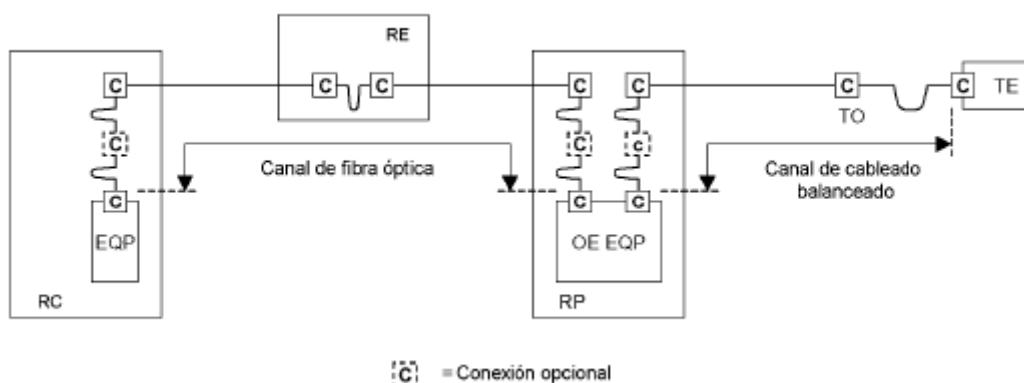


Figura 7: Ejemplo de un sistema donde se muestra las interfaces de cableado [2].

6.1.2.4 Implementación de referencia en edificios de oficinas

6.1.2.4.1 Generalidades

Las implementaciones del cableado genérico cumplen todos los requisitos de la sección 6.1.2.2 y, cuando se deben instalar de acuerdo con la serie de normas EN 50174.

6.1.2.4.2 Cableado Balanceado

Cableado horizontal

Selección de los componentes

La selección de los componentes de cableado balanceado vendrá determinada por la Clase de aplicaciones que el cableado vaya a soportar. Usando los modelos de la sección siguiente:

- a) los componentes de Categoría 5 proporcionan prestaciones de cableado balanceado de Clase D;
- b) los componentes de Categoría 6 proporcionan prestaciones de cableado balanceado de Clase E;
- c) los componentes de Categoría 6A proporcionan prestaciones de cableado balanceado de Clase E_A;
- d) los componentes de Categoría 7 proporcionan prestaciones de cableado balanceado de Clase F;
- e) los componentes de Categoría 7A proporcionan prestaciones de cableado balanceado de Clase F_A.

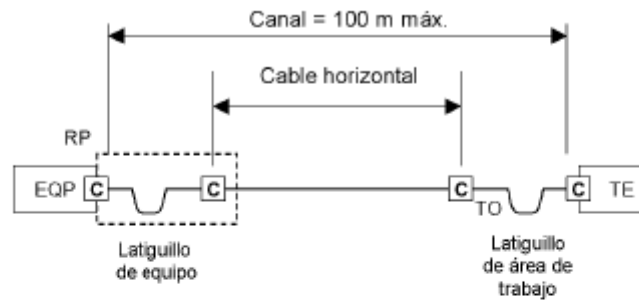
Dimensiones

La figura 8 muestra los modelos utilizados para relacionar las dimensiones del cableado horizontal especificados en esta sección con las especificaciones de canal de la sección 6.1.2.3. La figura 8a nos muestra un canal que contiene una interconexión y una toma de telecomunicaciones o una MUTO. La figura 8b contiene una conexión adicional a modo de conexión cruzada. La figura 8c muestra un canal que contiene una interconexión, un punto de consolidación y una toma de telecomunicaciones. La figura 8d contiene una conexión adicional a modo de conexión cruzada.

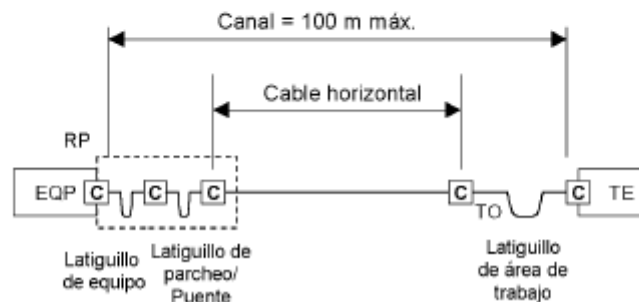
Con el fin de emplazar los cables utilizados en los latiguillos de área de trabajo, los cables CP, los latiguillos y latiguillos de equipo con diferentes especificaciones de pérdidas de inserción, la longitud de los cables utilizados en un canal debe determinarse mediante las siguientes restricciones:

- la longitud física del canal no debe exceder los 100 m
- la longitud física del cable horizontal no debe exceder los 90 m
- allí donde un conjunto MUTO se utilice, la longitud del latiguillo de área de trabajo no debería exceder de 20 m
- si se utiliza un punto de consolidación, la longitud del cable horizontal debería ser de 15 m como mínimo con el fin de reducir el efecto de las conexiones múltiples cercanas debido al NEXT y a las pérdidas de retorno
- la longitud de los latiguillos de parcheo o puentes no debe exceder de 5 m.

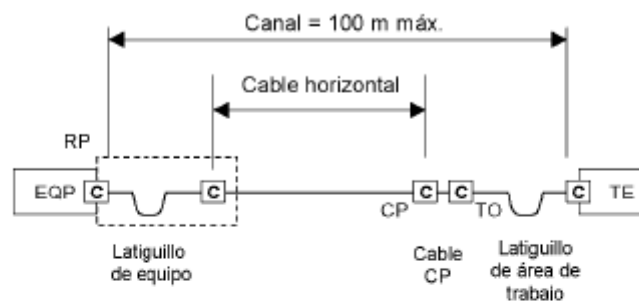
a) Modelo Interconexión - TO



b) Modelo Conexión cruzada - TO



c) Modelo Interconexión - CP - TO



d) Modelo Conexión cruzada - CP - TO

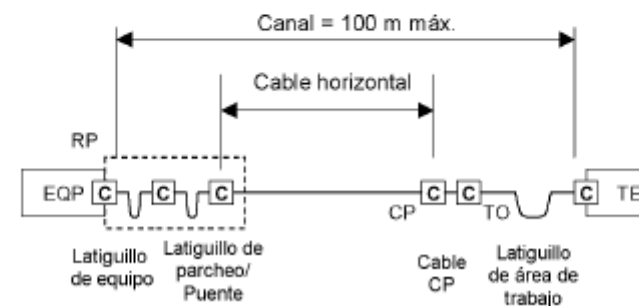


Figura 8: Modelos de cableado horizontal [2].

Cableado troncal

Aunque no es de aplicación en este proyecto, si se requiere información adicional se puede consultar en la norma EN 50173-1(2011) [1].

Cableado horizontal**Generalidades**

Los componentes de fibra óptica se definen en función de la construcción física y sus Categorías de prestaciones de transmisión en un cable. En las implementaciones de referencia de esta sección, las fibras ópticas utilizadas en cada canal de cableado debe tener la misma especificación de construcción física y los cables de fibra óptica deben ser de la misma Categoría.

Selección de componentes

La selección de componentes de fibra óptica vendrá determinada por las longitudes de canal requeridas y las aplicaciones que vaya a soportar.

Dimensiones

Los modelos de la figura 8 son aplicables al cableado de fibra óptica. Debería apreciarse que los sistemas de conexión para terminar el cableado óptico fijo puede contener conexiones acopladas y empalmes y que las conexiones cruzadas pueden comprender empalmes reutilizables.

Hacer llegar la fibra óptica hasta la toma de telecomunicaciones generalmente no requiere el uso de equipo de transmisión en el repartidor de planta. Esto permite la creación de combinaciones de canales troncal/horizontal tal como se muestra en la figura 9.

El uso de métodos como canales permanentemente empalmados y directos para reducir la atenuación del canal y/o centralizar la distribución de las aplicaciones significa también una reducción de la flexibilidad global del cableado genérico.

Con el fin de adaptar las diferentes cantidades de conexiones acopladas y empalmes de los cables utilizados en un canal de un Clase determinada, la longitud total del canal debe determinarse mediante las ecuaciones de la tabla 11.

Categoría del cable de fibra óptica	Clase	Ecuaciones de implementación		Máxima longitud m
Multimodo		850 nm	1 300 nm	
OM1/OM2/OM3 OM4	OF-300	$L = 735 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 1300 - 500 \times x - 200 \times y$	300
	OF-500	$L = 935 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 1500 - 500 \times x - 200 \times y$	500
	OF-2000	$L = 2435 - 214 \times x - 90 \times y$	$L = 3000 - 500 \times x - 200 \times y$	2 000
Monomodo		1 310 nm	1 550 nm	
OS1	OF-300	$L = 1800 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 1800 - 750 \times x - 300 \times y$	300
	OF-500	$L = 2000 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 2000 - 750 \times x - 300 \times y$	500
	OF-2000	$L = 3500 - 750 \times x - 300 \times y$	$L = 3500 - 750 \times x - 300 \times y$	2 000
L longitud del canal (m). x número total de conexiones acopladas en el canal. y número total de empalmes en el canal.				

Tabla 11: Ecuaciones de canal de fibra óptica [2].

Pueden utilizarse conexiones/empalmes si las máximas pérdidas de inserción del canal de la aplicación lo permiten.

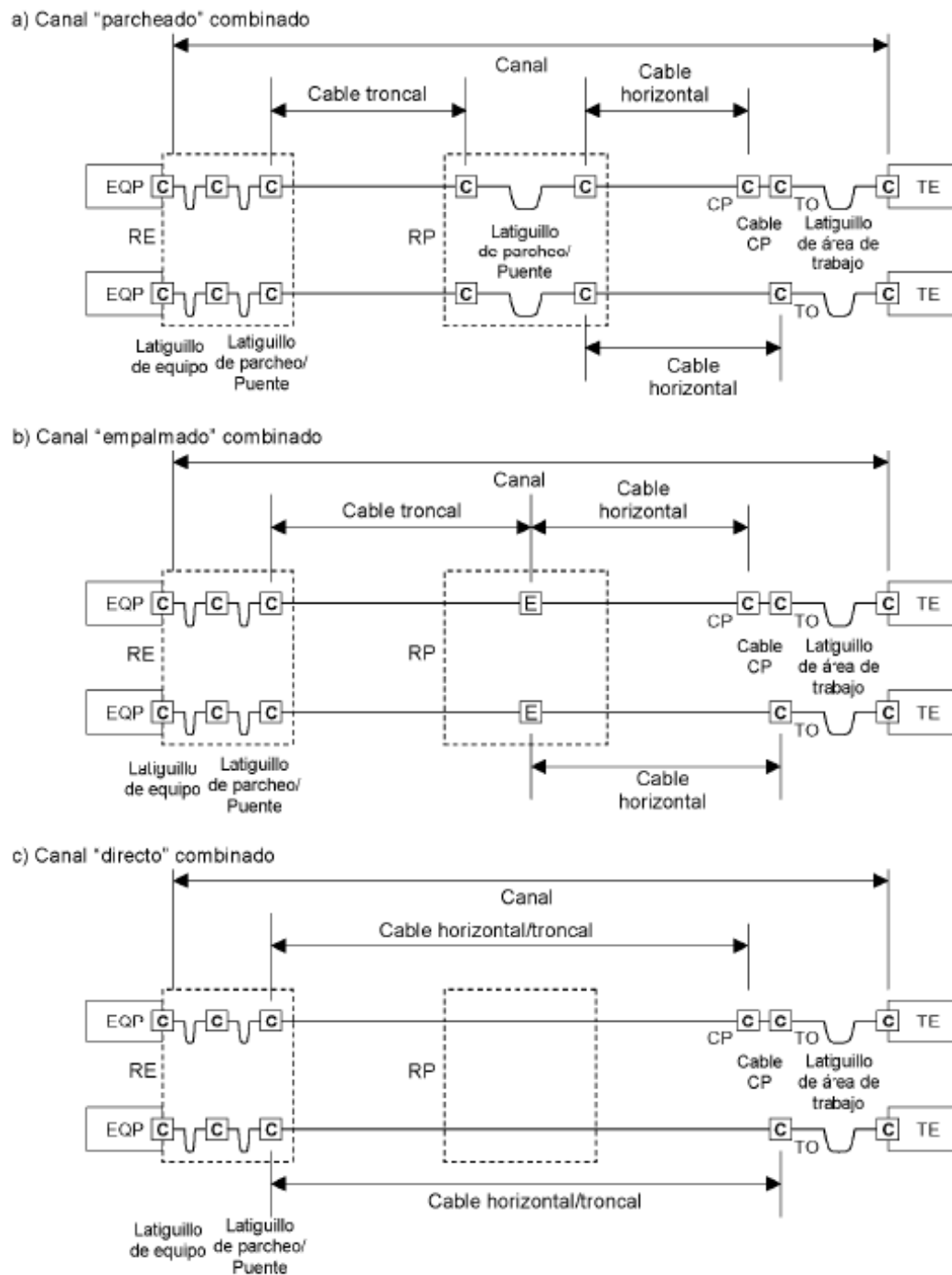


Figura 9: Combinaciones de canales troncal/horizontal de fibra óptica [2].

Cableado troncal

Aunque no es de aplicación en este proyecto, si se requiere información adicional se puede consultar en la norma EN 50173-1(2011) [1].

6.1.2.5 Requisitos para latiguillos en edificios de oficinas

6.1.2.5.1 Latiguillos balanceados

Requisitos adicionales para latiguillos de área de trabajo

Los latiguillos de área de trabajo deben ser montados únicamente con cable flexible de construcción de varios hilos tal como se define en la normativa europea EN 50173-1(2011) [1].

7 SOLUCIÓN ADOPTADA

En este apartado llevamos a cabo la descripción con detalle de la solución adoptada. Para comenzar realizaremos una introducción general. A continuación tenemos una descripción del modelo jerárquico que usaremos para la red. Después se explica el emplazamiento de las tomas de telecomunicaciones y los racks. Luego se describe detalladamente el tráfico de red. Posteriormente se realiza una comparativa de dispositivos para la electrónica de red. Por último se describe la solución detallada de cada planta.

7.1 Introducción

Teniendo en cuenta el estudio del flujo de tráfico que realizaremos en el apartado 7.5 dotaremos al edificio con una estructura de cableado que se compone de cuatro distribuidores, uno de ellos de edificio, que será colocado en la planta baja, y los otros distribuidores de planta, que se ubicarán uno por planta.

En el diseño de la estructura hemos tenido en cuenta la posibilidad de una futura ampliación de la empresa tanto en el número de trabajadores como en el volumen de tráfico. De esta forma, estaríamos permitiendo un gran crecimiento del volumen de negocio de la empresa, sin necesidad de obras ni reformas.

7.2 Elección de la jerarquía de red

Normalmente las redes de área local se dividen en tres capas: acceso, distribución y núcleo [4] (véase figura 10). Pero tratándose de un diseño de red, con un solo edificio y tres plantas útiles vamos a utilizar un modelo jerárquico de núcleo colapsado en el cual se combina la capa de distribución y la capa núcleo en una única capa, denominada núcleo colapsado [5] .

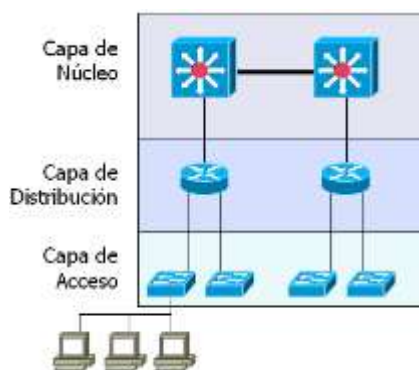


Figura 10: Esquema de jerarquía por capas.

Por tanto, en el modelo de núcleo colapsado tenemos:

- **Capa de acceso:** El propósito principal es aportar un medio de conexión de los dispositivos a la red. Mediante conexión con los switches de capa 2.
- **Capa de núcleo de colapsado:** Esta capa concentra las funciones de la capa de distribución y núcleo. Es decir agrega la información recibida de los dispositivos

conectados a la capa de acceso. Además controlamos el flujo de tráfico. Mediando los switches de capa 3.

Gracias a que se trata de una red pequeña con este modelo jerárquico vamos a tener un ahorro económico importante sin mermar la seguridad, ya que nos ahorramos un dispositivo porque cubrimos la capa de núcleo colapsado con un solo dispositivo.

El esquema de la jerarquía debe ser como nos indica la siguiente figura:

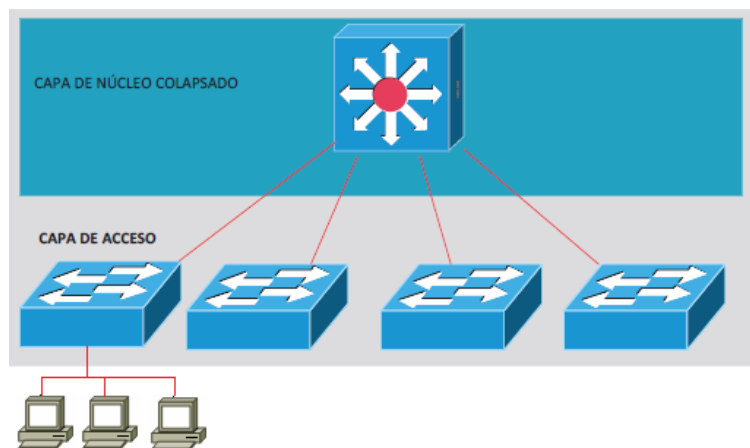


Figura 11: Esquema de la jerarquía de núcleo colapsado, los dispositivos de la capa de núcleo colapsado pertenecen a switches de capa 3 y los dispositivos de la capa de acceso pertenecen a switches de capa 2.

Dentro de esta jerarquía debemos realizar una elección de que topología de red vamos a utilizar. Tenemos dos opciones principales: topología de mallas y topología en estrella.

Topología de mallas: En esta topología todos dispositivos finales deben estar conectados entre sí. Por tanto, cada dispositivo final tiene un enlace punto a punto y dedicado con cada dispositivo de la red (véase figura12). La descartamos puesto que no tiene aplicación en el tipo de red jerárquica.

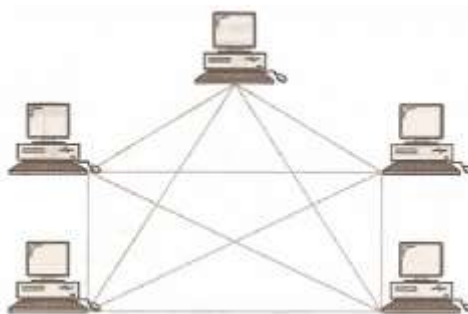


Figura 12: Topología de mallas.

Topología en estrella: En esta topología cada dispositivo tiene un enlace punto a punto con un controlador central (véase figura 13). Tenemos las siguientes ventajas: Es económico y fácil de instalar, ya que solo es necesario un cable por toma de telecomunicaciones. También es fácil de reconfigurar ya que solo dispone de un enlace por dispositivo.

La desventaja que tenemos es que toda la carga de tráfico recae, sobre el nodo central.

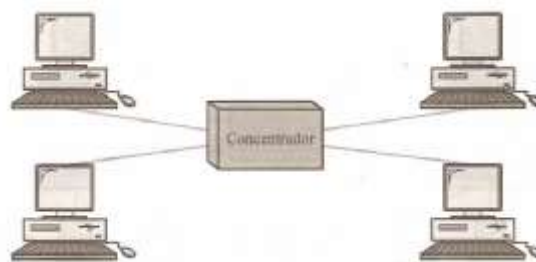


Figura 13: topología en estrella.

Finalmente nos decantamos por la topología en estrella, por el hecho de que es más económica. Y si seleccionamos un nodo central con una gran carga de tráfico no tendremos problemas.

7.3 Emplazamiento de las tomas de telecomunicaciones

Rigiéndonos con la normativa EN 50173-1(2011) [1] cada puesto de trabajo debe tener dos tomas de telecomunicaciones.

En la planta baja tendremos ubicados dos equipos para la recepción por lo que ahí tendremos cuatro tomas de telecomunicaciones. Más adelante tenemos a la derecha la secretaría donde nos volvemos a encontrar 2 equipos, por tanto cuatro tomas de telecomunicaciones. Y por último en la oficina número 1 encontramos 10 oficinistas con dos tomas de telecomunicaciones por cada uno de ellos. Además encontramos una secretaria en la entrada a la oficina 1 del jefe de planta y a este dentro de la oficina con sus dos tomas de telecomunicaciones correspondientes. Tenemos un total de 32 tomas de telecomunicaciones en la planta baja.

Planta baja	Nº de tomas	Nº de trabajadores	Puntos de acceso
Recepción	4	2	0
Secretaría	4	2	0
Oficina 1	22	11	0
Despacho 1	2	1	0
Total	32	16	0

Tabla 12: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la planta baja.

Luego, en la primera planta tenemos el salón de actos con un equipo y un punto de acceso y sus cuatro tomas de telecomunicaciones correspondientes, además tenemos la oficina número 2 con un total de 11 equipos, por tanto tenemos un total de 22 tomas de telecomunicaciones en la oficina número 2.

Y por último tenemos el despacho 2 del jefe de planta con sus 2 tomas de telecomunicaciones y fuera del despacho en el pasillo encontramos a la secretaria con 2 tomas de telecomunicaciones más cerca de la puerta del despacho. Por tanto, hay un total de 28 tomas de telecomunicaciones en la primera planta.

Primera planta	Nº de tomas	Nº de trabajadores	Puntos de acceso
Sala de actos	4	0	1
Oficina 2	22	11	0
Pasillo	2	1	0
Despacho 2	2	1	0
Total	28	13	1

Tabla 13: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la primera planta.

Finalmente en la segunda planta tenemos un total de 27 oficinistas repartidos entre las oficinas 3, 4, 5, 6 y 7, por lo que tenemos ya un total de 54 tomas de telecomunicaciones. También tenemos la sala de juntas con sus dos tomas de telecomunicaciones. Además tenemos al jefe de planta con su secretaria con dos tomas de telecomunicaciones por puesto. Y por último tenemos al director con su secretaria y sus cuatro tomas de telecomunicaciones correspondientes. Por lo que tenemos un total de 64 tomas de telecomunicaciones en esta planta.

Segunda planta	Nº de tomas	Nº de trabajadores	Puntos de acceso
Sala de juntas	4	0	1
Oficina 3	20	10	0
Oficina 4	12	6	0
Oficina 5	6	3	0
Oficina 6	12	6	0
Oficina 7	4	2	0
Despacho 3	4	2	0
Despacho 4	4	2	0
Total	66	31	1

Tabla 14: Clasificación de las tomas de telecomunicaciones y trabajadores de la segunda planta.

En la sección de planos de este proyecto, podemos ver el emplazamiento de las tomas de telecomunicaciones.

7.4 Emplazamiento de los repartidores

Vamos a tener tres racks en nuestro edificio, uno en cada planta útil. A cada distribuidor de edificio lo vamos a llamar de la siguiente forma: rack 1 al repartidor de la planta baja, rack 2 al repartidor de la primera planta y rack 3 al repartidor de la segunda planta.

El rack 1 hará las funciones tanto de repartidor de edificio como repartidor de planta. Este estará en una habitación acondicionada por la empresa. Y tendrá que soportar la carga de 32 tomas de telecomunicaciones.

El rack 2 hará las funciones de repartidor de planta. Este estará en una habitación acondicionada por la empresa. Y tendrá que soportar la carga de 28 tomas de telecomunicaciones.

El rack 3 hará las funciones de repartidor de planta. Este estará en una habitación acondicionada por la empresa. Y tendrá que soportar la carga de 66 tomas de telecomunicaciones.

El emplazamiento de los repartidores cumple con los requisitos de las longitudes de los latiguillos de parcheo, puentes y latiguillos de equipo. Siendo inferior a 100 metros para el cableado horizontal y menor a 2000 metros para la suma del horizontal, troncal de edificio y troncal de campus aunque en nuestro caso no tenemos cableado troncal de campus.

7.5 Tráfico de red

Ahora vamos a realizar un estudio profundo del tráfico de red que vamos a tener en la empresa. Realizamos este estudio aplicación por aplicación, tanto del tráfico por petición, como del total del ancho de banda necesario por la aplicación, en la hora de máxima carga.

Con el cálculo de todas las aplicaciones podemos saber el ancho de banda que necesita la empresa GoVe, para así poder realizar la elección de la electrónica de red y de los dispositivos que la van a componer.

7.5.1 Caracterización del tráfico de la red

La caracterización del flujo de tráfico consiste en la identificación de las fuentes y el destino del tráfico de red y el análisis de la dirección y la simetría de los datos que viajan entre la fuente y los destinos.

Para entender el flujo de tráfico de la red, primero deberemos identificar a las comunidades de usuarios y aplicaciones con las que vamos a tener que lidiar. Para rellenar la columna de aplicaciones nos basamos en la selección de 4 aplicaciones que nos indica la empresa:

- Navegador web
- Correo Electrónico
- Transferencia de archivos
- Voz-IP

Y tenemos la siguiente tabla 15 con los empleados de la empresa:

Nombre de la comunidad de usuario	Número de miembros de la comunidad	Localización de la comunidad		Aplicación(es) usada por la comunidad
Director	1	Segunda planta		Todas
Jefes de planta	3	1	Planta baja	Todas
		1	Primera planta	
		1	Segunda planta	
Secretarias	6	3	Planta baja	Voz-IP y Correo electrónico
		1	Primera planta	
		2	Segunda planta	
Oficinistas	48	10	Planta baja	Todas
		11	Primera planta	
		27	Segunda planta	
Recepción	2	Planta baja		Voz-IP y Navegación web
Sala juntas	1	Segunda planta		Todas
Sala actos	1	Primera planta		Todas

Tabla 15: Detalles de los usuarios de la red. Se muestran los tipos de usuario, la localización y las aplicaciones que tendrán disponible.

7.5.2 Caracterización de la carga de tráfico

Para seleccionar la topología y la tecnología apropiada para lograr los objetivos marcados, es importante caracterizar la carga de tráfico con el flujo de tráfico.

El objetivo de las estimaciones que se realizan es simplemente para evitar un diseño que tenga cuellos de botella críticos. Para evitar estos cuellos de botella se usan los patrones de uso de aplicaciones y los tiempos de inactividad entre los paquetes para evitar ‘silencios’ en la línea.

Otra solución para evitar los cuellos de botella y quizás la más empleada es simplemente garantizar grandes cantidades de ancho de banda en la red, es decir, sobredimensionarla aprovechando lo reducido de este coste en relación con los beneficios que puede reportar posteriormente. Esto nos permite ampliar los servicios ofrecidos sin tener que cambiar la infraestructura de red [6].

7.5.3 Cálculo teórico de la carga de tráfico

La carga de tráfico es el tráfico máximo que debe soportar el ancho de banda en la capa Core en un momento determinado. La carga de tráfico viene dada por el uso que dan todos los usuarios a las aplicaciones anteriormente mencionadas.

Un objetivo general para los diseños de la red es que la capacidad de la red debería ser más que suficiente para manejar la carga de tráfico.

En general, para calcular si la capacidad es suficiente, sólo son necesarios algunos parámetros:

- El número de estaciones.
- El tiempo medio que una estación está en reposo entre el envío de ráfagas.
- El tiempo requerido para transmitir un mensaje de acceso medio un vez que se gana.

Después de haber identificado la carga de tráfico aproximado de un flujo de una aplicación, se puede estimar la carga total de una aplicación multiplicando la carga del flujo por el número de dispositivos que utilizan la aplicación. El estudio que se hace en el tamaño de las comunidades de usuarios y el número de almacenes de datos (servidores) puede ayudar a calcular el ancho de banda aproximado que se necesita para cada solicitud.

En general, para caracterizar con precisión la carga de tráfico, es necesario comprender los patrones de uso de aplicaciones y requisitos de la calidad del servicio, además de los tiempos de inactividad y tamaños [6].

7.5.4 Estimaciones de la carga de tráfico causado por aplicaciones

La carga de tráfico es el tráfico máximo que debe soportar el ancho de banda en la capa Core en un momento determinado. La carga de tráfico viene dada por el uso que dan todos los usuarios a las aplicaciones anteriormente mencionadas. Tendremos horas de máxima carga de tráfico y otros momentos en los que la carga de tráfico sea muy baja. Esto dependerá principalmente de la hora en la que lo consultemos. Ya que siempre habrá una hora en la que todos o la mayoría de los empleados este trabajando, normalmente suele ser en el rango de 12 a 1 de la tarde. Ya que al tratarse de una oficina con horario diurno. Obtendremos mayor carga de tráfico por el día que por la noche. Y establecemos la hora de 12:00 a 13:00 como la de mayor carga.

Una vez establecida esta hora de carga máxima, dependiendo de la aplicación y su uso. Realizaremos una hipótesis diferente para cada una de las aplicaciones anteriormente mencionadas.

En nuestra red con diseño Top-Down que se trata de una metodología para diseñar redes que comienza en las capas superiores del modelo de referencia de OSI antes de mover a las capas inferiores. Esto se concentra en aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes de la selección de routers, switches, y medios que funcionan en las capas inferiores [6].

Uno de los principales objetivos de los diseños de la red Top-Down es saber el ancho de banda máximo que va a tener que soportar la red. Por tanto, vamos a calcular el ancho de banda máximo que va a soportar nuestra red para así saber que ancho de banda necesitamos.

A continuación, realizaremos un análisis del tráfico generado por cada una de las aplicaciones a las que se van a dar uso en la oficina:

7.5.4.1 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Navegación web

Para la navegación web vamos a utilizar el protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) o el protocolo HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*) pertenecientes a la capa de aplicación como podemos ver en la imagen X. Que están orientados a transacciones y siguen el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor. En este caso tenemos que el cliente será uno de los empleados que se encuentra en la empresa, mientras que el servidor es externo a la empresa.

En la navegación web utilizamos un ‘cliente’, desde el cual recogemos una serie de muestras representativas de peticiones web en la capa de aplicación del modelo OSI, como son por ejemplo: Un banco, un diario, un web de correo electrónico, un foro y una red social. Para la recogida de estas muestras hemos utilizado una serie de navegadores web como se muestran en la tabla 16.

	Mozilla Firefox (versión 37.0.2)	Google Chrome (versión 42.0.2311)	Internet Explorer 11 (versión 11.0.18)	Opera (Versión 28.0.1750)
Banco	103 KB	103 KB	102 KB	102 KB
Diario	705 KB	705 KB	705 KB	705 KB
Web de correo electrónico	304 KB	303 KB	305 KB	303 KB
Foro	85 KB	86,1 KB	82,9 KB	88,4 KB
Red Social	512 KB	516 KB	463 KB	504 KB

Tabla 16: En esta tabla podemos comprobar el tamaño de las muestras recogidas para el estudio de la navegación web en diferentes navegadores.

Como podemos comprobar en la tabla la diferencia es notable en las peticiones web de Red social. Realizamos por tanto una media de cada uno de las diferentes peticiones web: banco (102,5 KB), diario (705 KB), web de correo electrónico (303,75 KB), foro (85,6 KB) y una red social (498,75 KB).

Con estos datos realizamos una media del tamaño de memoria que ocupa cada una de las peticiones web en la capa de aplicación. Así tenemos un tamaño medio para realizar el cálculo de carga de tráfico. El resultado es 339,12 KB por petición web de la capa de aplicación de media.

A esta carga de tráfico por petición web habría que sumarle el tráfico generado por la conexión con los diferentes protocolos que nos vamos a encontrar en las diferentes capas. Como se muestra en la figura 14.

En la capa de transporte nos encontramos el protocolo TCP (*transmission control protocol*). Se realiza una petición a un servidor web y gracias a esta conexión TCP se garantiza la entrega de datos y en el mismo orden que se enviaron.

El tráfico relacionado con una comunicación TCP de la capa de transporte, se compone de 7 segmentos (los segmentos son los paquetes de bits que constituyen las unidades de datos del protocolo TCP), 3 de ellos para establecer la conexión y los otros 4 para la finalización de esta. Estos segmentos luego serán encapsulados en datagramas IP para ser enviados a la capa de red. Cada segmento de TCP está compuesto por los datos enviados desde la capa de aplicación, una serie de bytes pertenecientes a TCP, otro conjunto de bytes para IP (*Internet protocol*) y por último los bytes de Ethernet (un estándar de redes de área local). El tamaño de estas partes lo obtenemos de [6]:

- TCP: 20 bytes de cabecera por segmento
- IP: 20 bytes de cabecera por segmento
- Ethernet: 8 bytes de preámbulo, 14 bytes de cabecera, 4 bytes de CRC y 12 bytes de intervalo en tramas.

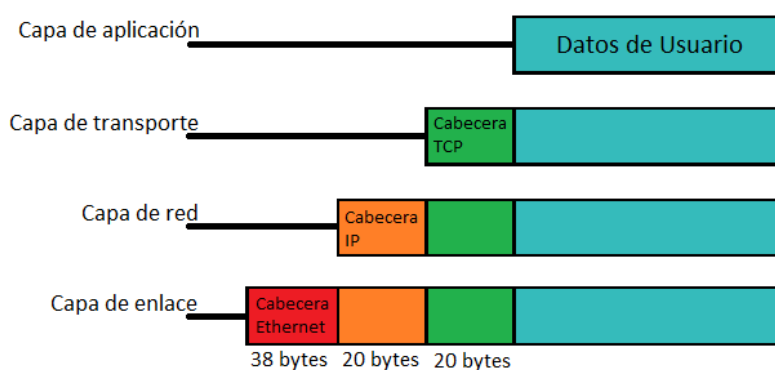


Figura 14: En la imagen podemos comprobar la capa a la que pertenecen las diferentes cabeceras, En este caso en la capa de aplicación se encontraría también el protocolo HTTP o HTTPS.

Por tanto tenemos un total de 78 bytes de cabecera por segmento. Calculando el total de los 7 segmentos tenemos 546 bytes que debemos sumar a la media calculada anteriormente que son los datos enviados desde la capa de aplicación ya que cada vez que se realiza una petición web, esta tiene que ir acompañada de sus correspondientes cabeceras. Por lo que finalmente cada petición web con las cabeceras tendrá un tamaño de 339,666 KB

Una vez tenemos el tamaño de la petición web completo tendríamos que pasarlo a bits para facilitar posteriormente el cálculo a Mbps:

$$339,666 \text{ KB} * 8 \text{ b/B} = 2717,328 \text{ Kb}$$

Para realizar un cálculo certero de la carga de tráfico, hacemos la siguiente hipótesis: cada usuario realizará 40 peticiones web en la hora de máxima carga. Por tanto, si tenemos una comunidad de usuarios de 62, de los cuales 56 son los que tienen acceso a la navegación web, obtenemos un total de 2240 peticiones por hora.

Una vez que tenemos la hipótesis, ya tenemos el número de peticiones por hora, y por tanto, podemos realizar el cálculo del ancho de banda necesario. Primero calculamos el número de peticiones que vamos a tener por segundo;

$$2240 \text{ (peticiones/h)} / 3600 \text{ (s/h)} = 0,62 \text{ peticiones/s}$$

Una vez tenemos el número de peticiones por segundo realizamos el ancho de banda máximo que debemos tener en la hora de máxima carga;

$$2717,328 \text{ Kb/petición} * 0,62 \text{ peticiones/s} = 1684,74 \text{ Kbps}$$

Que pasados a Mbps;

$$1684,74 \text{ Kbps} / 1024 \text{ Kb/Mb} = 1,645 \text{ Mbps}$$

Para que veamos bien claro todos los protocolos que utilizamos en este servicio consultamos la pila de protocolos de la figura 15.

Pila de protocolos	
Capa de aplicación	HTTP,HTTPS
Capa de transporte	TCP
Capa de red	IP
Capa física	Ethernet

Figura 15: Pila de protocolos del servicio de la navegación web.

7.5.4.2 Estimaciones de la carga de tráfico causado por el Correo electrónico

Para el correo electrónico tenemos diferentes protocolos pertenecientes a la capa de aplicación como son *POP3 (Post Office Protocol)*, *IMAP (Internet Message Access Protocol)* y *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)*. POP3 e IMAP son los encargados de la recepción del mensaje con la diferencia de que POP3 debe descargar los correos e IMAP permite la visualización de estos de forma remota. Y el protocolo SMTP es el que se encarga del envío de los correos electrónicos.

Como hemos realizado con la navegación web, realizamos la media de una serie de muestras de correos electrónicos. Para realizar esta media he utilizado un programa “Mailify” [7]. Este programa te permite la creación de correos publicitarios, vitales para empresas de marketing. Este nos permite crear diferentes tipos de correos electrónicos, sin la necesidad de enviarlos. Para así poder comprobar todos los datos del correo; tamaño, previsualización, formato... Con varias muestras diferentes (algunos de ellos con archivos adjuntos) he determinado que la media es de unos 500 KB.

Los correos que no tienen archivos adjuntos suelen rondar los 100 KB y los que si llevan adjuntos tienen un amplio rango de tamaños dependiendo del tamaño del archivo adjunto,

pudiendo llegar hasta los 10MB incluso. Pero para archivos de mayor tamaño a 1 MB ya tenemos la transferencia de archivos, para poder compartirlos. Así que unos 500KB es tamaño medio justo, que sería el tamaño perteneciente a la capa de aplicación.

Al igual que en la navegación web habría que sumarle el tráfico generado por la conexión con los diferentes protocolos que nos vamos a encontrar en las diferentes capas. Como se muestra en la figura 16.

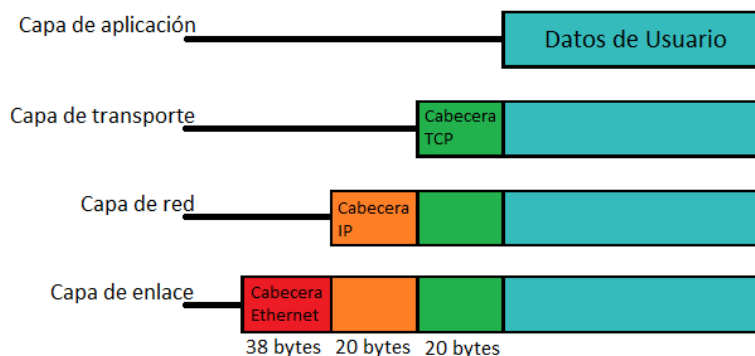


Figura 16: En la imagen podemos comprobar la capa a la que pertenecen las diferentes cabeceras, En este caso en la capa de aplicación se encontraría también los protocolos IMAP, POP3 y SMTP.

Al tener los mismos protocolos de conexión en la capa de transportes, red y enlace que la navegación web. Utilizamos los datos anteriormente calculados y sumamos a nuestra media estimada los 546 bytes de los protocolos de estas capas, para saber el total de tráfico con cada petición de correo electrónico. Por tanto, tendremos que cada correo electrónico con todas sus cabeceras tendrá un tamaño de 500,546 KB.

Para realizar un cálculo certero de la carga de tráfico, hacemos la siguiente hipótesis: cada usuario realizará 30 peticiones de correo en la hora de máxima carga. Por tanto, si tenemos una comunidad de usuarios de 62, de los cuales 60 son los que tienen acceso a correo electrónico, obtenemos un total de 1800 peticiones por hora.

Una vez tenemos el tamaño del correo electrónico por completo tendríamos que pasarlo a bits para facilitar posteriormente el cálculo a Mbps:

$$500,546 \text{ KB} * 8 \text{ b/B} = 4004,368 \text{ Kb}$$

Una vez que tenemos la hipótesis, ya tenemos el número de peticiones por hora, y por tanto, podemos realizar el cálculo del ancho de banda necesario. Primero calculamos el número de peticiones que vamos a tener por segundo:

$$1800 \text{ (peticiones/h)} / 3600 \text{ (s/h)} = 0,5 \text{ peticiones/s}$$

Una vez tenemos el número de peticiones por segundo realizamos el ancho de banda máximo que debemos tener en la hora de máxima carga:

$$4004,368 \text{ Kb/petición} * 0,5 \text{ peticiones/s} = 2002,184 \text{ Kbps}$$

Que pasados a Mbps:

$$2002,184 \text{ Kbps} / 1024 \text{ Kb/Mb} = 1,955 \text{ Mbps}$$

Para que veamos bien claro todos los protocolos que utilizamos en este servicio consultamos la pila de protocolos de la Figura 17.

Pila de protocolos	
Capa de aplicación	POP3, IMAP, SMTP
Capa de transporte	TCP
Capa de red	IP
Capa física	Ethernet

Figura 17: Pila de protocolos del servicio de correo electrónico.

7.5.4.3 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Transferencia de archivos

Para la transferencia de archivos empleamos el protocolo FTP (*file transfer protocol*) perteneciente a la capa de aplicación. Este protocolo de transferencia de archivos es una de las formas en la cual podemos enviar archivos hacia una red TCP en la que utilizaremos la arquitectura de cliente-servidor para dicha transferencia.

Los archivos se transmiten mediante una serie de bloques precedidos por la cabecera. Los bytes de cabecera contienen un número de registro y un código de descriptor. El número de registro indica la longitud total del bloque de datos en bytes. El código de descriptor perteneciente al protocolo TCP define: último bloque en el archivo (EOF), último bloque en el registro (EOR), marcador de reinicio o sospechoso (archivos que pueden contener errores). En total tenemos como máximo 24 bits de cabecera, 16 bits para el número de registro y 8 para el código descriptor [8].

Por tanto, observamos que las cabeceras son de un tamaño muy pequeño en comparación con el tamaño de los archivos a transferir. Por lo que obviamos el tamaño de las cabeceras, ya que no tendrán influencia en el cálculo del ancho de banda necesario.

Utilizamos una hipótesis inicial donde el tamaño medio de los archivos es de 50 MB. Estimamos que el tiempo que de subida de un archivo será de unos 120 segundos, un tiempo razonable. Por tanto tenemos que la velocidad de subida debe ser de:

Primero calculamos el tamaño en bits:
 $50 \text{ MB} * 8 \text{ bits/MB} = 400 \text{ Mbits}$

Finalmente calculamos la velocidad necesaria:
 $400 \text{ Mbits} / 120 \text{ s} = 3,33 \text{ Mbps}$

Para que veamos bien claro todos los protocolos que utilizamos en este servicio consultamos la pila de protocolos de la figura 18.

Pila de protocolos	
Capa de aplicación	FTP
Capa de transporte	TCP
Capa de red	IP
Capa física	Ethernet

Figura18: Pila de protocolos del servicio de transferencia de archivos.

Para realizar una hipótesis de la carga máxima soportada. Tomamos que en la hora más saturada tengamos un 33.3 % de usuarios empleando el servicio. Por tanto, si tenemos una comunidad de usuarios de 62, de los cuales 54 son los que tienen acceso a transferencia de archivos, obtenemos que 18 usuarios estarán utilizando el servicio en la hora de carga máxima soportada.

7.5.4.4 Estimaciones de la carga de tráfico causado por la Voz-IP

Lo primero que tenemos que saber en Voz-IP es que la voz ha de codificarse para ser transmitida por la red IP, para ello se utiliza los llamados códecs que garantizan la codificación y compresión de audio o video, para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o video utilizable.

El ancho de banda necesario para llevar a cabo una llamada IP depende en gran medida del códec que utilicemos. Tenemos dos opciones o utilizar el códec G.711 o el G.729a.

El códec G711 ofrece la más alta calidad de voz, sin embargo también consume mucho ancho de banda ya que tiene una tasa de muestreo mucho mayor. Pero en redes de área local nos ofrece un alto rendimiento ya que se suele tener un ancho de banda y no afecta al funcionamiento de este y funciona mediante softphones.

El códec G.729a se trata de un códec de pago, ya que tiene una licencia de Digium. Funciona perfectamente con los teléfonos IP que podemos encontrar en el mercado, pero para usar softphones deberíamos comprar la licencia [9].

A continuación haremos una estimación del ancho de banda necesario cuando usemos ambos códecs:

a) Códec G.711

El códec G.711 emplea una tasa de muestreo de 64000 muestras por segundo y genera un paquete cada 20 ms (es decir, 50 paquetes por segundo). Con estos datos y codificando cada muestra con 8 bits, obtenemos que son 1280 bits cada 20 ms. A esto le añadimos las cabeceras. En las cabeceras tenemos RTP (Real Time Protocol) que son 12 bytes, UDP que son 8 bytes, IP que son 20 bytes y por último Ethernet que son 38 bytes como podemos comprobar en la figura 19.

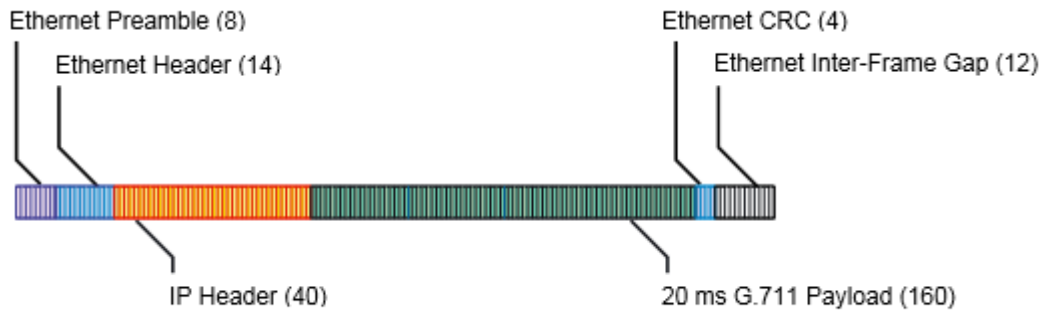


Figura 19: Esquema de las cabeceras empleadas en Voz-IP para la codificación de G.711. En la Imagen, la cabecera IP de 40 octetos aglutina las cabeceras RTP, UDP e IP.

Primero calculamos los bytes transmitidos cada 20 ms:

$$160(1280 \text{ bits}) + 12(\text{RPT}) + 8(\text{UDP}) + 20(\text{IP}) + 38(\text{Ethernet}) = 238 \text{ bytes (1904 bits)}$$

Y calculamos los bits transcurridos cada segundo:

$$1904 \times 50 = 95200 \text{ bits/segundo}$$

Por tanto tenemos que el ancho de banda requerido es de 95.2 Kbps

b) Códec G.729a

El códec G.729a emplea una frecuencia de 8000 muestras por segundo y genera un paquete cada 20 ms (es decir, 50 paquetes por segundo). Con estos datos y codificando cada muestra con 8 bits, obtenemos que son 160 bits cada 20 ms. A esto le añadimos las cabeceras. En las cabeceras tenemos RTP (Real Time Protocol) que son 12 bytes, UDP que son 8 bytes, IP que son 20 bytes y por último Ethernet que son 38 bytes como podemos comprobar en la figura 20.

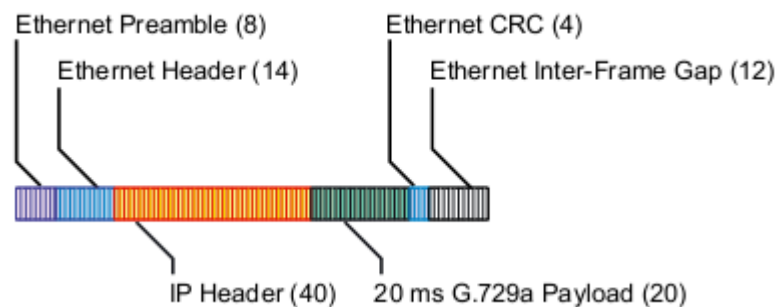


Figura 20: Esquema de las cabeceras empleadas en Voz-IP para la codificación de G.729a. En la Imagen, la cabecera IP de 40 octetos aglutina las cabeceras RTP, UDP e IP.

Primero calculamos los bytes transmitidos cada 20 ms:

$$20(160 \text{ bits}) + 12(\text{RPT}) + 8(\text{UDP}) + 20(\text{IP}) + 38(\text{Ethernet}) = 98 \text{ bytes (784 bits)}$$

Y calculamos los bits transcurridos cada segundo:

$$784 \times 50 = 39200 \text{ bits/segundo}$$

Por tanto tenemos que el ancho de banda requerido es de 39.2 Kbps

Para que veamos bien claro todos los protocolos que utilizamos en este servicio consultamos la pila de protocolos de la figura 21.

Pila de protocolos	
Capa de aplicación	RTP (G.711, G3729a)
Capa de transporte	UDP
Capa de red	IP
Capa física	Ethernet

Figura 21: Pila de protocolos del servicio de Voz-IP.

Para realizar un cálculo certero de la carga de tráfico, hacemos la siguiente hipótesis: todos los usuarios usan el servicio al mismo tiempo. Por tanto, si tenemos una comunidad de usuarios de 62, de los cuales todos tienen acceso a Voz-IP, obtenemos un total de 62 llamadas al mismo tiempo, ya sea entre los propios empleados, o con personas que no pertenecen a la red.

7.5.5 Conclusión del estudio de la carga de tráfico

A continuación realizamos unas tablas para realizar el cálculo total de carga máxima de tráfico:

a) Con el códec G.711

Aplicación	Tamaño petición	Protocolo(s)	Puesto de trabajo	Total
Navegación web	344,8 KB	HTTP,HTTPS	56	1,65 Mbps
Correo electrónico	500,5 KB	SMTP,POP3,IMAP	60	1,96 Mbps
FTP	100 MB	FTP	54(33,3%)	50 Mbps
Voz-IP (G.711)	95,2 Kbps	RTP	62	5,90 Mbps
Total				58,42 Mbps

Tabla 17: En esta tabla podemos comprobar la máxima carga de tráfico con el códec G.711.

b) Con el códec G.729a

Aplicación	Tamaño petición	Protocolo(s)	Puesto de trabajo	Total
Navegación web	344,8 KB	HTTP,HTTPS	56	1,65 Mbps
Correo electrónico	500,5 KB	SMTP,POP3,IMAP	60	1,96 Mbps
FTP	100 MB	FTP	54(33,3%)	50 Mbps
Voz-IP (G.729a)	39,2 kbps	RTP	62	2,43 Mbps
Total				55,05 Mbps

Tabla 18: En esta tabla podemos comprobar la máxima carga de tráfico con el códec G.729A.

Comparando ambos códecs me decantaría sin ninguna duda por el G.711, ya que la calidad de las llamadas es mejor, ya que se realizan más muestras por segundo y la diferencia comparada con el ancho de banda que vamos a tener, es muy poca. Por tanto es mejor elección el códec G.711.

Con todos estos datos, podemos elegir el tipo de cableado que vamos a instalar en nuestro edificio. Teniendo en cuenta que necesitamos menos de 60 Mbps, podemos elegir entre varias opciones. Comenzamos con la Categoría 5 que nos permite hasta una conexión de 100 Mbps, también tenemos la opción de la Categoría 6 que nos permite hasta una conexión de 1 Gbps y 10 Gbps pero con un alcance de solo 25 metros, como última opción tenemos la Categoría 6A que nos permite una conexión de hasta 10 Gbps para la distancia estimadas en el cableado horizontal. Con cualquiera de las tres opciones soportaríamos el tráfico generado por la empresa.

Pero realizando un análisis de futuro, descartamos la Categoría 5, ya que a poco que necesitemos más carga de tráfico nos vamos a quedar cortos y no vamos a poder dar soporte. En cuanto a la Categoría 6 es una buena opción, ya que soportamos el tráfico de forma holgada. Pero si en un futuro queremos realizar una ampliación de red, ya sea en cuanto a tráfico o en cuanto al número de usuarios, tenemos margen de maniobra. Por último con la Categoría 6A que es también una buena opción ya que soporta el tráfico de forma muy holgada. Y nos permite realizar una futura ampliación de red con un amplio margen de maniobra.

Por tanto, la decisión está entre la Categoría 6 y la Categoría 6A. En cuanto al posible crecimiento de la red en un futuro, tanto en cuanto aplicaciones o en cuanto a número de usuarios tenemos que, en la Categoría 6 podremos realizar un crecimiento del 1666%, mientras que con la Categoría 6A podríamos tener un crecimiento del 16666%.

Finalmente nos decantamos por la Categoría 6A, ya que la diferencia de carga soportada es muy grande y la diferencia de precio que existe entre ambas no es muy elevada. Esta decisión a corto plazo es más costosa, pero a la larga puede resultar más económica. Ya que a día de hoy no tenemos la necesidad de tener un ancho de banda de hasta 10 Gbps, pero como hoy en día la tecnología avanza muy rápidamente. Quizás en poco tiempo necesitemos tal carga de tráfico. Por tanto, estamos hablando de un sobre coste más que justificado. Ya que un proyecto de cableado se realiza con la intención de que tenga una vida útil larga. En definitiva usaremos Categoría 6A.

7.6 Selección del cableado

Una vez tenemos el estudio de la carga de tráfico realizado procedemos a la elección del cableado de cobre y al cableado de fibra óptica. Se realiza un estudio de mercado, seleccionando los más destacados de diferentes marcas, a continuación se exponen sus características y una explicación de cuál es la elección.

7.6.1 Sistema de cableado de cobre

Como anteriormente mencionamos el cableado será de Categoría 6A. Realizamos una búsqueda de diferentes cableados de Categoría 6A para nuestro proyecto de cableado. En la tabla 18, podemos encontrar una selección de algunas de las mejores opciones que podemos encontrar en el mercado.

	RS LSZH Cat6a F/FTP	Siemon FTP Shielded Cat6a	Gigaset Cat6a F/FTP LS0H	Rotronic Cat.6A PIMF
Tipo de cable	F/FTP	F/UTP	F/FTP	S/FTP
Atenuación	31,1	31,1	31,1	31,1
NEXT	39,3	39,3	38,3	38,3
PSNEXT	36,3	37,3	36,3	36,3
ACR-F	-	25,3	-	-
PSACR-F	-	23,3	-	-
Precio/metro	0,88 €/m	0,85 €/m	0,8 €/m	1,12 €/m

Tabla 19: Comparación de diferentes cableados de Categoría 6A.

Como podemos ver en la tabla 19, existen diferentes tipos de cable, FTP y UTP. La diferencia de estos tipos de cable:

- FTP (Foiled Twisted Pair) es un cableado de par trenzado con apantallamiento global. Además tiene una impedancia de 120 Ω aproximadamente.
- UTP (Unshielded Twisted Pair) es un cableado de par trenzado no apantallado. Además tiene una impedancia de 100 Ω aproximadamente.

Teniendo esto en cuenta, dentro de cada tipo tenemos diferentes opciones que se identifican con una letra al inicio de la referencia del cable. En este caso tenemos:

- La letra F nos indica para UTP que tenemos un apantallamiento global, por tanto la impedancia pasa a ser de 120 Ω aproximadamente. Para FTP que tenemos un apantallamiento por pares aumentando la impedancia hasta los 150 Ω aproximadamente.
- La letra S para FTP nos indica que tiene una malla metálica trenzada. Lo que aumenta la impedancia hasta 150 Ω aproximadamente.

En la siguiente figura podemos ver una ilustración de los diferentes tipos de cable de cobre.

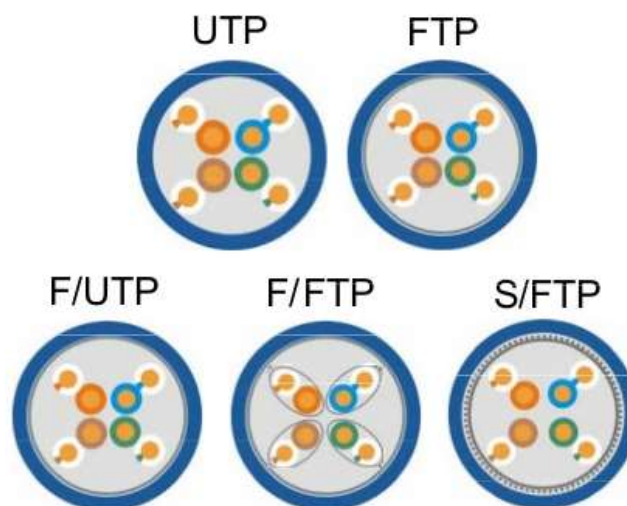


Figura 22: Los diferentes tipos de cable de cobre.

Fijándonos en el tipo de cableado, vemos que los más protegidos son el S/FTP y el F/FTP y que el menos protegido es el UTP. Esto será uno de los factores a tener en cuenta a la hora de elegir nuestro cableado, ya que tienen más protección frente a interferencias y su impedancia es mayor.

Ahora nos fijamos en las condiciones de los diferentes cables y comprobamos que tanto la atenuación, paradiafonía y pérdidas por paradiafonía son muy similares en todos ellos. Por tanto, no es un criterio que nos permita realizar la elección.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que las condiciones de los diferentes cables es muy similar. Damos prioridad al tipo de cableado y protección que nos proporcionan y al precio. Finalmente nos decantamos por Giganet Cat6a F/FTP LSZH que es una opción con una buena protección y además es la más económica. Si nos fijamos en las siglas LSZH (*Low smoke zero halogen*) estas nos indican el tipo de recubrimiento que tiene el cable. Esto nos indica que en caso de incendio liberan poco humo tóxico y que está libre de halógeno.

El cableado tanto de cobre se vende por bobinas de gran tamaño. En nuestra elección de cable de cobre, Giganet nos ofrece bobinas de 305 metros. Y en cuanto a los conectores, son necesarios para las conexiones de los switches y tomas de telecomunicaciones con los paneles de conexiones. Por tanto, utilizaremos de tipo RJ45 de categoría 6a.

7.6.2 Sistema de cableado de fibra óptica

Una vez tenemos elegido el cableado de cobre, pasamos a la búsqueda del cableado de fibra óptica. Con el cableado de fibra nos vamos a encargar de conectar los diferentes distribuidores del edificio mediante el cableado vertical. En esta elección le vamos a prestar atención a si es de categoría multimodo o monomodo. La diferencia principal entre estos dos tipos de fibra de óptica es que en el monomodo la luz se propaga por un solo modo y que solo permite un modo de propagación. Mientras que en el multimodo los haces de luz pueden circular por más de un modo. En nuestro caso elegimos la categoría multimodo, ya este es el tipo de fibra óptica más económica y que se utiliza para distancias cortas.

En la siguiente figura vamos a ver la diferencia entre monomodo y multimodo.

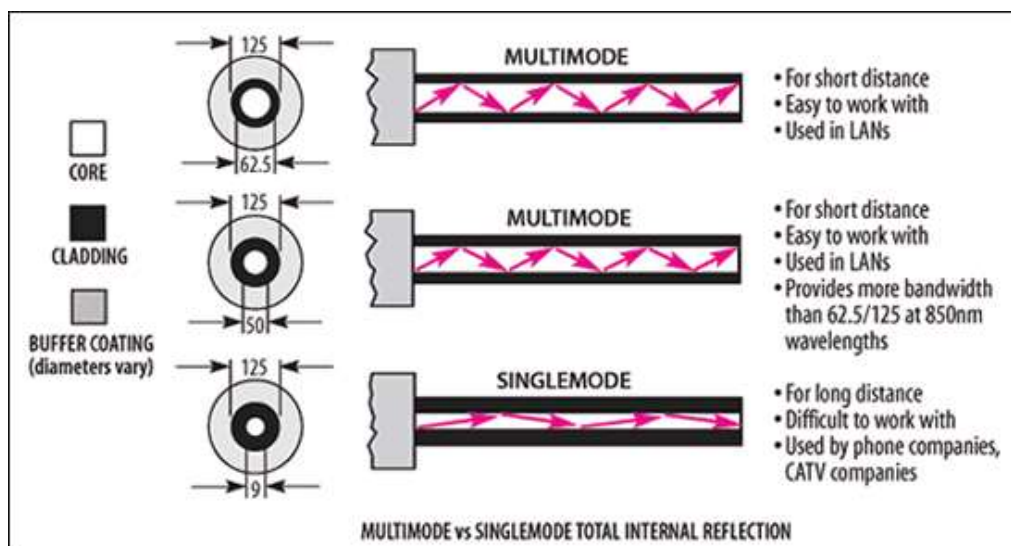


Figura23: Muestra las diferencias entre monomodo y multimodo. Y las diferencias entre multimodo de 62,5/125 µm y multimodo de 50/125µm.

Dentro de la categoría multimodo tenemos diferentes OM (*Optical mode*), desde OM1 hasta OM4. Su principal diferencia es el ancho de banda llegando incluso hasta los 100 Gbps en el caso de OM4. Nosotros nos vamos a centrar en el OM3 de 50/125, ya que nos proporciona un ancho de banda de hasta 10 Gbps.

Con OM2 tendríamos un ancho de banda suficiente, pero como ya estudiamos en la elección del cableado de cobre, es mejor invertir un poco más para en un futuro podernos adaptar a grandes cambios sin necesidad de cambios en el cableado estructurado. Por tanto, nuestra elección será un cableado de fibra óptica multimodo OM3.

En la tabla 20, podemos encontrar una selección de cables de fibra óptica OM3 que podemos encontrar en el mercado para nuestro proyecto de cableado.

		Ligthmax 50/125 OM3 Multimodo	Optral MM50 50/125 OM3	50-Micron Fiber Optic OM3	Corning OM3 10G 50/125 multimode
Multimodo		50/125 μm	50/125 μm	50/125 μm	50/125 μm
Ancho de banda mínimo (MHz x km)	Ventana 850 nm	-	1500 MHz	1500 MHz	1500 MHz
	Ventana 1300 nm	-	500 MHz	500 MHz	500 MHz
Atenuación (db/km)	Ventana 850 nm	$\leq 2,3 \text{ db}$	$\leq 2,8 \text{ db}$	$\leq 3 \text{ db}$	$\leq 2,8 \text{ db}$
	Ventana 1300 nm	$\leq 0,6 \text{ db}$	$\leq 0,9 \text{ db}$	$\leq 1 \text{ db}$	$\leq 1 \text{ db}$
Precio/metro		1,55 €/m	1,60 €/m	2,05 €/m	1,52 €/m

Tabla 20: Comparación de diferentes cableados de fibra óptica multimodo OM3. Multimodo 50/125, nos indica que tiene un núcleo con diámetro de 50 μm y revestimiento con diámetro de 125 μm .

Como podemos observar en la tabla 20 el ancho de banda de las opciones que hemos escogido es similar en todos ellos entre los 500 MHz y los 1500 MHz. En cuanto a la atenuación vemos que siguen siendo niveles muy parejos entre las opciones seleccionadas.

Descartamos la opción de Ligthmax, por el hecho de que no conocemos el ancho de banda mínimo, y además también descartamos el 50-Micron ya que su precio es el más elevado y su atenuación es la peor.

Por tanto, entre el Optral y el Corning el factor de la atenuación es muy parejo, por lo que nos centramos en el precio. Ya que tanto en ancho de banda es el mismo para las dos opciones. Por tanto nuestra elección es Corning OM3 10G 50/125 multimode, ya que es más económico. Este cableado tiene una sobrecubierta con resistencia ultravioleta y con protección total sobre el agua, para su uso tanto en interiores como exteriores.

El cableado de fibra óptica se vende por bobinas de gran tamaño. No obstante, Corning nos ofrece la posibilidad de comprar la cantidad de metros que necesitemos siempre y cuando la cantidad de pedido sea superior a 100 metros.

Los conectores que utilizaremos para la fibra óptica serán del tipo LC (*Lucent technologies connector*), ya que mejora en tamaño, resistencia y facilidad de uso que SC, ST o FC. Será de tipo dúplex, para llevar en un mismo conector las dos fibras necesarias por conexión. Adicionalmente es el conector que necesitamos para los módulos SPF que serán necesarios para la conexión con los switch.

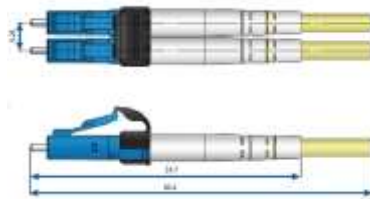


Figura 24: conector LC para cable de fibra óptica.

7.7 Selección de la electrónica de red

Para realizar una selección certera sobre los dispositivos correspondientes a la electrónica de red que instalaremos, se realiza un estudio de mercado como realizamos en la selección del cableado. Estudiando los dispositivos más destacados de diferentes marcas. También realizamos la selección de los racks, aunque estos no pertenezcan a la electrónica de red.

7.7.1 Switch

Los switches o conmutadores son los dispositivos de interconexión que vamos a utilizar en nuestra instalación, estos pueden operar tanto en la capa de acceso como en la capa de núcleo colapsado dependiendo del tipo. Para la capa de acceso usaremos switch de capa dos y para la capa de núcleo colapsado utilizaremos switch de capa tres. Tienen las siguientes características [10]:

- Permiten la conexión de distintas redes de área local (LAN).
- Se encargan de determinar el destino de los datos “Cut-Through” (se trate de una técnica por la cual, se comienzan a enviar los paquetes o tramas antes de haberlos recibido por completo).
- Si tienen la función de Bridge integrado, utilizan el modo “Store-And-Forward” y por tanto se encargan de actuar como filtros analizando datos.
- Interconectan las redes por medio de cables.
- Cuentan con varios puertos RJ45 integrados, desde 4 hasta 32.
- Permiten la regeneración de la señal y son compatibles con la mayoría de los sistemas operativos de red.
- PoE (*Power over Ethernet*) permite que el switch suministre energía a un dispositivo a través del cableado de ethernet.
- Densidad de puertos, es el número de puertos disponible en un solo switch.
- Capacidad de reenvío o tasa de transmisión, es una estimación de la cantidad de datos que pueda procesar por segundo el switch. Es decir, el número de Mpps (Millones de paquetes por segundo).

A continuación vamos a hacer una comparativa de algunos switches de diferentes marcas. Primero vamos a realizar un estudio de diferentes switches de capa 3 que será el equipo activo de la capa de núcleo colapsado y posteriormente vamos a realizar el estudio de diferentes switches de capa 2 que serán los equipos activos de la capa de acceso.

Comprobando los equipos activos de capa de acceso que necesitamos para cada planta, observamos que necesitamos uno de 48 puertos para la planta baja, otro de 48 puertos para la primera planta. Y para la segunda planta necesitamos un total de 66 puertos, por tanto, tenemos dos opciones, 3 switches de 24 puertos o 1 switch de 48 puertos y 1 switch de 24 puertos. Nos quedaremos con la opción más económica.

7.7.1.1 Switch capa 3

Para realizar la búsqueda nos hemos centrado principalmente en la búsqueda de switches de capa 3 con tecnología 10GBASE-T, para así poder alcanzar el ancho de banda máximo del cableado. Y así tener la capacidad de crecimiento que proporcionamos con el cableado de categoría 6a y el de fibra óptica multimodo OM3 de 50/125µ. Y poder alcanzar los 10 Gbps. En la siguiente tabla tenemos el resultado de la búsqueda de los switch de capa 3.

	Cisco N3K-C3064PQ-10GX	Extreme Networks Summitx670V-48t	Brocade VDX 6740T	Juniper EX4500
Densidad de Puertos	48 - RJ45 4 - SFP	48 - rj45 4 - SFP	48 - RJ45 4 - SFP	40 - RJ45 4 - SFP
Tecnología de red	100BASE-T/ 1000BASE-T/ 10GBASE-T	100BASE-T/ 1000BASE-T/ 10GBASE-T	100BASE-T/ 1000BASE-T/ 10GBASE-T	100BASE-T/ 1000BASE-T/ 10GBASE-T
Tasa de transmisión	950 Mpps	952Mpps	960 Mpps	714Mpps
PoE	No	No	No	No
QoS	Si	Si	Si	Si
Capacidad de tabla Mac	128.000	128.000	160.000	32.000
Radius	Si	Si	Si	Si
Memoria	2 Gb Flash Memory	1 Gb Flash Memory	2 Gb Flash Memory	-
Precio	14.687,06 €	10.352,17 €	18.308,00 €	19.189,43 €

Tabla 22: Comparativa de switches de capa 3.

Una vez tenemos las mejores opciones, nos vamos fijando en las características y el precio para realizar nuestra elección. Y vemos que tienen suficientes puertos de fibra óptica. Primero descartamos el Juniper ya que tanto su tasa de transmisión como su capacidad de tabla de Mac son inferiores respecto a las demás opciones y además su precio es más elevado.

Finalmente nos decantamos por el Extreme Networks Summit x670V-48t ya que nos ofrece un precio muy inferior con unas características muy similares al Cisco y al Brocade.

7.7.1.2 Switch capa 2

Una vez tenemos el switch de capa 3 que será nuestro repartidor de edificio, nos centramos en la búsqueda de los distribuidores de planta, es decir en los switches de capa 2.

En la siguiente tabla tenemos el resultado de la búsqueda de los switch de capa 2.

	Juniper EX3300 24/48P	ZyXEL XGS3700-24Hp/48HP	Cisco Catalyst 3650-48PQ	D-LINK DGS-3120-24PC/48PC
Densidad de Puertos	24/48	24/48	48	24/48
Tecnología de red	10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T 10GBASE-T	10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 10GBASE-T	10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 10GBASE-T	10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 10GBASE-T

Tasa de transmisión	130 Mpps	131 Mpps	130,95 Mpps	101,19 Mpps
PoE	Si	Si	Si	Si
QoS	Si	Si	Si	Si
Capacidad de tabla Mac	16000	16000	16000	16000
Radius	Si	Si	Si	Si
Memoria	1 Gb	-	2Gb	32 Mb Flash Memory
Precio	1.998,90 € -24 3.495,57 € -48	1.083,42 € -24 1.592,70 € -48	4.279 € -48	1.150,87 € -24 1.773,20 € -48

Tabla 23: Comparativa de switches de capa 2.

En la tabla tenemos algunas de las mejores opciones que encontramos en el mercado. Fijándonos en la tecnología de red y en la tasa de transmisión, vemos que es muy similar en las cuatro opciones.

Centrándonos en el resto de las características también vemos son muy similares, por tanto, vamos a fijarnos en el precio. Descartamos pues el cisco y el Juniper ya que son los más caros. La decisión pues queda entre el ZyXEL y D-LINK. Son muy similares pero nos decantamos por el ZyXEL XGS3700-24Hp/48HP ya que además de que nos ofrece una mayor tasa de transmisión es más económico.

Barajando las opciones que tenemos para la segunda planta, nos decantamos por la opción de un switch de 48 puertos y uno de 24 puertos, ya que es más económica que la opción de dos switches de 48 puertos

Por tanto, vamos a tener un switch Extreme Networks Summit x670V-48t como equipo activo de la capa núcleo colapsado. Vamos a tener tres switches ZyXEL XGS3700-48HP y un switch ZyXEL XGS3700-24Hp como equipos activos de la capa de acceso.

7.7.2 Puntos de acceso

Los puntos de acceso son dispositivos pertenecientes a la infraestructura de red. Son los que nos permitirán ofrecer conectividad inalámbrica a un determinado número de clientes. En términos generales tienen las siguientes características [11]:

- Permiten la conexión de dispositivos inalámbricos a la WLAN. Como pueden ser smartphones, laptops, tablets, etc...
- También cuentan con soporte para redes basadas en alambre (LAN), que tienen un puerto RJ45 que permite interconectarse a un Switch y formar grandes redes entre dispositivos convencionales e inalámbricos.
- La tecnología de comunicación con que cuentan es a base de ondas de radio, capaces de traspasar muros, sin embargo la señal pierde fuerza, y afecta a la cobertura.
- El Access Point puede tener otros servicios integrados como extensor de rango y ampliar la cobertura de red
- Cuentan con un alcance de cobertura que dependerá del modelo.
- Cuentan con una antena externa para la correcta emisión y recepción de ondas, por tanto, una correcta transmisión de la información.
- Autenticación, para que no todo el mundo pueda acceder a la red, sin el consentimiento del propietario.
- Ofrecen un amplio rango de cobertura, al menos 100 metros.
- Tiene una determinada certificación, dependiendo del país donde se vaya a utilizar.

- Permiten la conexión de un gran número de usuarios.

Los puntos de acceso se encuentran diseñados para funcionar con unos estándares o protocolos, se pueden encontrar redes inalámbricas, e incluso para redes Bluetooth.

Estándar	Características	Velocidad (Mbps)
IEEE 802.11b (Wireless B)	Es uno de los primeros estándares populares que aún se utiliza.	1 / 2 / 5.5 / 11 Mbps
IEEE 802.11g (Wireless G)	Trabaja en la banda de 2.4 GHz únicamente.	11 / 22 / 54 / 108 Mbps
IEEE 802.11n (Wireless N)	Utiliza una tecnología denominada MIMO (que por medio de múltiples antenas trabaja en 2 canales), frecuencia 2.4 GHz y 5 GHz simultáneamente	Hasta 300 Mbps
Bluetooth	Se trata de una tecnología de transmisión inalámbrica por medio de ondas de radio de corto alcance.	Hasta 1 Mbps

Tabla 24: Estándares de los Puntos de acceso.

Realizamos la búsqueda de puntos de acceso en el mercado, centrándonos en que tenga el estándar IEEE 802.11g o IEEE 802.11n para poder ofrecer una velocidad del al menos 300 Mbps, con la que dar una sensación de buena velocidad. Se muestran en la tabla 25.

	Aerohive AP121	Cisco AIR-CAP1702I- x-K9	Open Mesh OM5P-AN	UniFi AP Pro
Interface	10/100/1000 Base-T	10/100/1000 Base-T	Ethernet port	2x Ethernet port
802.11a	Si	Si	Si	Si
802.11b	Si	Si	Si	Si
802.11g	Si	Si	Si	Si
802.11n	Si	Si	Si	Si
Antena	2x Integrated single band, 2.4-2.5 GHz Omni-directional, 4.0 dBi gain 2x Integrated single band, 5.1-5.8 GHz Omni-directional, 4.0 dBi gain	2.4 GHz, gain 4 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360° 5 GHz, gain 4 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360°	1x 2,4 GHz 2x 5 GHz	
Frecuencia	2,4 GHz 5 GHz	2,4 GHz 5 GHz	2,4 GHz 5GHz	2,4 GHz 5 GHz
Alcance	180-200 m	-	120-180 m	120-130 m
Memoria	-	512 Mb DRAM 64 Mb Flash	64 MB DRAM	-
PoE	Si	Si	Si	Si
Precio	505,26 €	375,71 €	120,70 €	209,37 €

Tabla 25: Comparativa de Puntos de acceso.

Ahora que tenemos varios puntos de accesos, nos fijamos en la tabla 25 para comprobar sus características y realizar la elección más apropiada para nuestro edificio.

Comprobando las características vemos que son muy similares entre ellos, pero fijándonos en el precio descartamos tanto el Aerohive como el Cisco, ya que su precio es bastante más elevado y aunque tengan mejores antenas no necesitamos mucho alcance. Ya que única y exclusivamente necesitamos los puntos de acceso para abastecer la sala de juntas en la segunda planta y la sala de actos en la primera planta.

Luego la decisión está entre el OPEN MESH y el UniFi, ambos son muy similares en características. Finalmente nos decantamos por el Open Mesh OM5P-AN, ya que conocemos la memoria y es más económico. Además nos ofrece mayor rango de alcance. Aunque ambos nos dan un rango más que suficiente para la sala de juntas y la sala de actos.

7.7.3 Dispositivos de sistema de alimentación ininterrumpida

Los dispositivos de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) como ya indicamos anteriormente son unos dispositivos que tiene unas baterías para poder proporcionar corriente eléctrica en caso de pérdida o fallo en el suministro eléctrico. Se colocará en el interior del rack para alimentar a los equipos activos. Estos dispositivos normalmente ofrecen poco tiempo de autonomía a los equipos activos, ya que funcionan con baterías.

Realizamos un estudio de mercado sobre diferentes SAI, con una comparación de las mejores opciones en la siguiente tabla, siempre buscando las opciones que nos ofrezcan la mayor autonomía posible.

	Sai Delta Amplon GAIA 3kVA	Liebert® PSI XR 3000VA	Sai Lapara 3000VA 3KVAs	Sai Phasak 3000VA
Potencia	2100W	2700W	2400W	2400W
Tensión de entrada	200/208/220/230 /240 V	220/230/240 V	208/220/230/ 240 V	208/220/23 0/240 V
Tensión de salida	200/208/220/230 /240 V	220/230/240 V	200/208/220/ 230/240 V	200/208/22 0/ 230/240 V
Frecuencia	50 o 60 ± 0,05 Hz	50 o 60 ± 10 Hz	56 o 65 Hz	40 – 70 Hz
Nº equipos alimentados	6	6	6	8
Autonomía	15 minutos (media carga) 5 minutos (carga completa)	13 minutos (media carga) 5 minutos (carga completa)	13 minutos (media carga)	12 minutos (media carga)
Precio	749 €	748 €	763€	822 €

Tabla 26: Comparativa de dispositivos SAI.

Para elegir nuestro sistema de alimentación ininterrumpida nos fijamos principalmente en la autonomía y el precio. Ya que en cuanto a la tensión de entrada y salida y la frecuencia existe mucha igualdad. Y además nos es suficiente con que pueda abastecer a 6 equipos. Por tanto, nos decantamos por Sai Delta Amplon GAIA 3kVA ya que en cuanto autonomía es el que más tiempo nos proporciona de autonomía y su precio es de los más económicos.

7.8 Elección de rack

Los racks son los armarios repartidores donde van a estar instalados los dispositivos de electrónica de red. Lo que nos interesa es el tamaño, es decir, el número de unidades rack (U) que tiene. Una unidad rack (U) es una unidad de medida usada para describir la altura del rack, equivalente a 1,75 pulgadas (4,445 cm). Estas unidades nos van a indicar el número de dispositivos que vamos a poder instalar, ya que los dispositivos nos van a indicar el número de Us que ocupan.

En la siguiente tabla 21 se muestran las características de varios racks, de los mejores fabricantes.

	Cooper B-Line Serie access	Chevilan Serie universal	Rittal TS IT DK 5503.110	Openetics Smart Rack Plus
Numero de U	27 U	24 U	24 U	27 U
Ancho	60 cm	80 cm	80 cm	60 cm
Alto	133,4 cm	120 cm	120 cm	130 cm
Profundidad	6,75 cm	80 cm	80 cm	60 cm
Precio	762 €	752 €	770 €	760 €

Tabla 21: Comparativa de racks.

Podemos observar en la tabla 20 una selección de los mejores racks de distintos proveedores. Como mencionamos anteriormente lo que más nos interesa es la cantidad de Us que tengan. Observamos que dos de ellos tienen 24 Us y otros dos tienen 27 Us. Ambas cantidades son suficientes para nuestras necesidades. Así que este punto no será decisivo a la hora de elegir.

Tenemos que tanto el Cooper B-Line como el Chevilan tienen la puerta de cristal, mientras que el Rittal y el Openetics la tienen de metal perforado, es decir, con ventilación. Ya que necesitamos que nuestros dispositivos estén lo más ventilados posibles descartamos los dos que tienen la puerta de cristal.

Finalmente, tenemos que decidir entre el Rittal y el Openetics, comparando todas sus características nos decidimos por el Openetics. Ya que además de ser un poco más económico, tenemos 3 Us más, que a la larga nos pueden venir bien.

7.9 Infraestructura del cableado horizontal

La infraestructura del cableado horizontal o cableado de cobre, es la que nos permitirá la conexión de las tomas de telecomunicaciones con los racks principales. Y esto lo lograremos con los siguientes elementos (véase figura 25):

- Cable Giganet Cat6a F/FTP LSZH.
- Patch-Panel Panduit 48-Port DP6 10Gig
- Conectores RJ45 Categoría 6a hembra.
- Conectores RJ45 Categoría 6a macho.

Las características técnicas de todos estos elementos se describen con más detalle en el pliego de condiciones de este Proyecto Técnico.



Figura 25: Elementos de la infraestructura del cableado horizontal.

Las canalizaciones que se utilizarán para el despliegue de esta infraestructura serán independientes para cada planta e irán conducidas a través del falso techo de escayola, sobre unas bandejas para cableado de datos. Y para alcanzar este falso techo desde las tomas de telecomunicaciones usaremos unas canaletas que serán embutidas en las paredes. Estas serán similares a las usadas para el cableado vertical de fibra óptica.

En el apartado correspondiente a la descripción de la solución adoptada para cada planta se describe la infraestructura del cableado horizontal en detalle.

La instalación del cableado horizontal se realizará siguiendo las recomendaciones descritas en el apartado correspondiente del pliego de condiciones en el apartado de prescripciones técnicas.

7.10 Infraestructura del cableado vertical

La infraestructura del cableado vertical que en nuestro caso es también la del cableado de fibra óptica, es la que nos permitirá la conexión de los racks de las distintas plantas con el distribuidor de edificio. Y esto lo lograremos con los siguientes elementos (véase figura 26):

- Cable de fibra óptica Corning OM3 10G 50/125 multimode.
- Conectores LC duplex
- Patch-Panel LC 24 duplex
- Modulo transceptor SFP

Las características técnicas de todos estos elementos se describen con más detalle en el pliego de condiciones de este Proyecto Técnico.

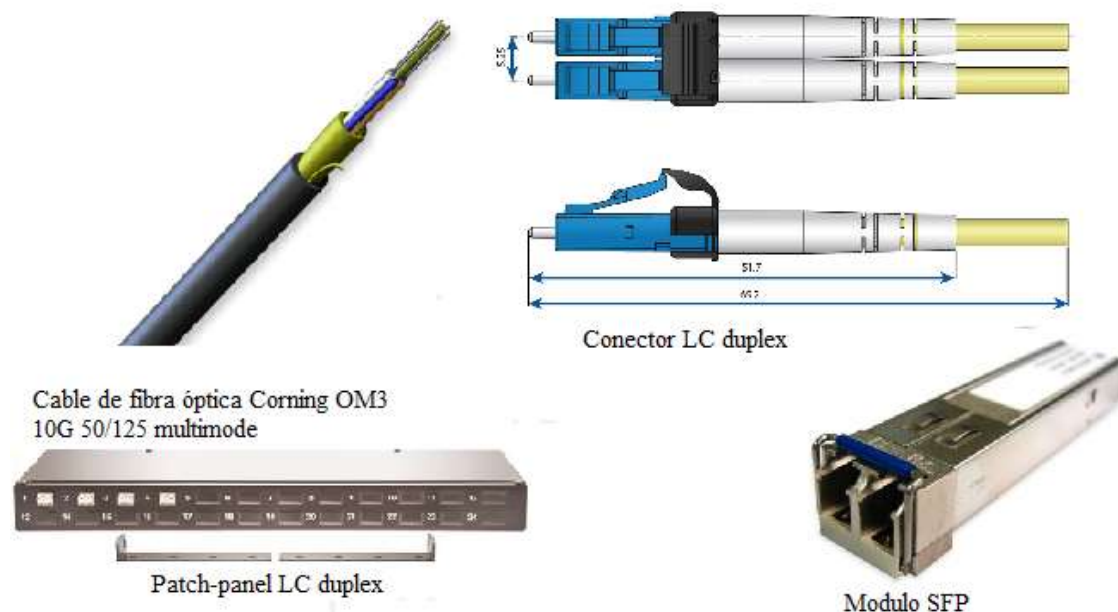


Figura 26: Elementos de la infraestructura del cableado vertical.

Los módulos transceptor SFP (*small form-factor pluggable*), son necesarios para poder conectar el cableado de fibra con conector LC con los correspondientes switches, ya que los switches no incorporan conectores LC hembras. Mientras que los módulos SFP que hemos seleccionado sí.

El cableado de fibra óptica se instalará siguiendo las recomendaciones descritas en el pliego de condiciones.

En el apartado correspondiente a la descripción de la solución adoptada para cada planta se describe la infraestructura del cableado vertical o de fibra óptica.

7.11 Descripción de la solución por plantas

En este apartado vamos a realizar una descripción detallada de la solución adoptada planta por planta.

7.11.1 Planta baja

En la planta baja del edificio C.O.W se encuentran las siguientes habitaciones útiles para nuestro despliegue de red: la recepción, la sala del rack 1, la secretaría, la oficina 1 y la oficina 2.

En total tenemos 16 puestos de trabajo y, por tanto, un total de 32 tomas de telecomunicaciones cumpliendo con la normativa UNE-EN 50173-2 (2009) [2]. Las tomas de telecomunicaciones están distribuidas de la siguiente forma:

- Recepción:
 - 2 recepcionistas => 4 tomas de telecomunicaciones
- Secretaría:
 - 2 secretarias => 4 tomas de telecomunicaciones

- Oficina 1:
10 oficinistas y 1 secretaria => 22 tomas de telecomunicaciones
- Despacho 1:
1 jefe de planta => 2 tomas de telecomunicaciones

Utilizaremos una topología en estrella ya que únicamente tenemos un rack y a este llegarán todas las conexiones necesarias desde todos los puestos de trabajo.

Los dispositivos de la electrónica de red estarán ubicados en el Rack (Ref. “Openetics Smart Rack Plus”) que seleccionamos anteriormente en la sala de rack 1, ubicada en la sala contigua a la secretaría (véase el plano de la planta baja). Esta sala ha sido seleccionada porque la empresa se ha encargado de acondicionarla según la normativa UNE-EN 50173-2(2009) [2] y además cumplimos con las distancias máximas definidas por el subsistema de cableado horizontal en la norma UNE-EN 50173-2(2009) (90m) [2], ya que la distancia máxima desde una toma de telecomunicaciones al rack es de 56 metros.

Este rack que denominamos como rack 1 va a tener las funciones tanto de distribuidor de edificio como de distribuidor de planta, gracias al cual tendremos acceso al exterior y daremos servicio a todos los puestos de trabajo de esta planta. El rack 1 deberá contener los siguientes elementos:

Nombre	Referencia	Cantidad	Número de Unidades de rack	Uso
Extreme Networks Summit x670V-48t	X670-48t	1	1	Equipo activo capa de núcleo colapsado
Patch-Panel 24 LC multimode duplex	RS 135-496	1	1	Panel para la conexión de fibra óptica de edificio
Switch ZyXEL XGS3700-48HP	XGS3700-48HP	1	1	Equipo activo capa de acceso
Patch-Panel Panduit 48-Port DP6 10Gig	DP486X88TGY	1	2	Panel para las conexiones de cable de cobre
Sai Delta Amplon GAIA 3kVA	GAIA-3K	1	2	Sistemas de alimentación ininterrumpida
EBM PAPST FAN TRAY	FT900SP30-01	1	1	Proporcionar refrigeración a los dispositivos del rack
TRIPP-LITE POWER STRIP	RS-1215-20T	1	1	Alimentación para los dispositivos del rack

Tabla 27: Elementos ubicados en el Rack 1.

Como podemos observar en la tabla 27, hemos incluido tanto “EBM PAPST FAN TRAY” que se trata de un ventilador para proporcionar refrigeración a los dispositivos del rack, como “TRIPP-LITE POWER STRIP” que se trata de una regleta de alimentación donde irán enchufados los dispositivos del rack.

Para el despliegue de la red desde el rack hacia las tomas de telecomunicaciones que tenemos en esta planta utilizaremos el cable de cobre Giganet Cat6a F/FTP LSZH, que elegimos anteriormente. Esta red de cableado, correspondiente al subsistema horizontal, desde las tomas de telecomunicaciones partirá una canaleta vertical hacia el falso techo. Una vez en el falso techo el cableado irá por bandejas colocadas hasta el rack 1.

Las canaletas verticales serán embutidas en la pared mediante una regola de obra, ya que el edificio es de nueva construcción y aún es posible realizar obras en él. Y las bandejas irán a través del falso techo de escayola que tiene el edificio como nos informó la empresa. Con eso conseguimos disminuir por completo el impacto visual.

Una vez que tenemos todas las bandejas y canaletas con su correspondiente cableado, se procede a la instalación de las tomas de telecomunicaciones. Finalmente se procede a la gestión de los elementos que tenemos en el rack, con sus correspondientes instalaciones y conexiones.

7.11.2 Primera planta

En la primera planta del edificio C.O.W se encuentran las siguientes habitaciones útiles para nuestro despliegue de red: la sala de rack 2, la sala de actos, el despacho 2 y la oficina 2.

En total tenemos 14 puestos de trabajo y un punto de acceso, por tanto, un total de 30 tomas de telecomunicaciones cumpliendo con la normativa UNE-EN 50173-2 (2009) [2]. Las tomas de telecomunicaciones están distribuidas de la siguiente forma:

- Sala de actos:
1 puesto de trabajo y 1 punto de acceso => 4 tomas de telecomunicaciones
- Oficina 2:
11 oficinistas => 20 tomas de telecomunicaciones
- Despacho 2:
1 jefe de planta => 2 tomas de telecomunicaciones

Además contamos con una secretaria en la puerta del despacho 2, con su correspondiente puesto de trabajo y 2 tomas de telecomunicaciones.

Como podemos comprobar en esta planta además de los puestos de trabajo tenemos un punto de acceso “Open Mesh OM5P-AN” situado en la sala de actos junto al puesto de trabajo. Este tiene un alcance entre los 120-180 metros más que suficiente para abastecer toda la sala de actos. Que es donde se nos pide que de servicio.

Al igual que realizamos en la planta baja utilizaremos una topología en estrella ya que únicamente tenemos un rack y a este llegarán todas las conexiones necesarias desde todos los puestos de trabajo.

Los dispositivos de la electrónica de red estarán ubicados en el Rack (Ref. “Openetics Smart Rack Plus”) que seleccionamos anteriormente en la sala de rack 2, ubicada en la sala contigua a la oficina 2 (véase el plano de la primera planta). Esta sala ha sido seleccionada porque la empresa se ha encargado de acondicionarla según la normativa EN 50173-2(2009) [2] y además cumplimos con las distancias máximas definidas por el subsistema de cableado horizontal en la norma UNE-EN 50173-2(2009) (90m) [2], ya que la distancia máxima desde una toma de telecomunicaciones al rack es de 42 metros.

Este rack que denominamos como rack 2 va a tener las funciones de distribuidor de planta, gracias al cual daremos servicio a todos los puestos de trabajo de esta planta. El rack 2 deberá contener los siguientes elementos:

Nombre	Referencia	Cantidad	Número de Unidades de rack	Uso
Switch ZyXEL XGS3700-48HP	XGS3700-48HP	1	1	Equipo activo capa de acceso
Patch-Panel Panduit 48-Port DP6 10Gig	DP486X88TGY	1	2	Panel para realizar todas las conexiones
Patch-Panel 24 LC multimode duplex	RS 135-496	1	1	Panel para la conexión de fibra óptica de planta
Sai Delta Amplon GAIA 3kVA	GAIA-3K	1	2	Sistemas de alimentación ininterrumpida
EBM PAPST FAN TRAY	FT900SP30-01	1	1	Proporcionar refrigeración a los dispositivos del rack
TRIPP-LITE POWER STRIP	RS-1215-20T	1	1	Alimentación para los dispositivos del rack

Tabla 28: Elementos ubicados en el Rack 2.

Para el despliegue de la red desde el rack hacia las tomas de telecomunicaciones que tenemos en esta planta utilizaremos el cable de cobre Giganet Cat6a F/FTP LSZH, que elegimos anteriormente. Esta red de cableado, correspondiente al subsistema horizontal, desde las tomas de telecomunicaciones partirá una canaleta vertical hacia el falso techo. Una vez en el falso techo el cableado irá por bandejas colocadas hasta el rack 2.

Las canaletas verticales serán embutidas en la pared mediante una regola de obra, ya que el edificio es de nueva construcción y aún es posible realizar obras en él. Y las bandejas irán a través del falso techo de escayola que tiene el edificio como nos informó la empresa. Con eso conseguimos disminuir por completo el impacto visual.

Una vez que tenemos todas las bandejas y canaletas con su correspondiente cableado, se procede a la instalación de las tomas de telecomunicaciones. Finalmente se procede a la gestión de los elementos que tenemos en el rack, con sus correspondientes instalaciones y conexiones.

7.11.3 Segunda planta

En la segunda planta del edificio C.O.W se encuentran las siguientes habitaciones útiles para nuestro despliegue de red: la sala de rack 3, la sala de juntas, el despacho 3, el despacho 4, la oficina 3, oficina 4, oficina 5, oficina 6 y oficina 7.

En total tenemos 32 puestos de trabajo y un punto de acceso, por tanto, un total de 66 tomas de telecomunicaciones cumpliendo con la normativa UNE-EN 50173-2 (2009) [2]. Las tomas de telecomunicaciones están distribuidas de la siguiente forma:

- Sala de juntas:
1 puesto de trabajo y 1 punto de acceso => 4 tomas de telecomunicaciones
- Oficina 3:
10 oficinistas => 20 tomas de telecomunicaciones
- Oficina 4:
6 oficinistas => 12 tomas de telecomunicaciones
- Oficina 5:
3 oficinistas => 6 tomas de telecomunicaciones

- Oficina 6:
6 oficinistas => 12 tomas de telecomunicaciones
- Oficina 7:
2 oficinistas => 4 tomas de telecomunicaciones
- Despacho 3:
1 Director y 1 secretaria => 4 tomas de telecomunicaciones
- Despacho 4:
1 jefe de planta y 1 secretaria => 4 tomas de telecomunicaciones

Como podemos comprobar en esta planta además de los puestos de trabajo tenemos un punto de acceso “Open Mesh OM5P-AN” situado en la sala de juntas junto al puesto de trabajo. Este tiene un alcance entre los 120-180 metros más que suficiente para abastecer toda la sala de actos. Que es donde se nos pide que de servicio.

Al igual que realizamos en las dos plantas anteriores vamos a utilizar una topología en estrella ya que únicamente tenemos un rack y a este llegarán todas las conexiones necesarias desde todos los puestos de trabajo.

Los dispositivos de la electrónica de red estarán ubicados en el Rack (Ref. “Openetics Smart Rack Plus”) que seleccionamos anteriormente en la sala de rack 3, ubicada en la sala contigua a la oficina 7 (véase el plano de la primera planta). Esta sala ha sido seleccionada porque la empresa se ha encargado de acondicionarla según la normativa UNE-EN 50173-2(2009) [2] y además cumplimos con las distancias máximas definidas por el subsistema de cableado horizontal en la norma UNE-EN 50173-2(2009) (90m) [2], ya que la distancia máxima desde una toma de telecomunicaciones al rack es de 75 metros.

Este rack que denominamos como rack 3 va a tener las funciones de distribuidor, gracias al cual daremos servicio a todos los puestos de trabajo de esta planta. Y va a contener lo siguiente:

Nombre	Referencia	Cantidad	Número de Unidades de rack	Uso
Switch ZyXEL XGS3700-48HP	XGS3700-48HP	1	1	Equipo activo capa de acceso
Switch ZyXEL XGS3700-24HP	XGS3700-24HP	1	1	Equipo activo capa de acceso
Patch-Panel Panduit 48-Port DP6 10Gig	DP486X88TGY	2	2	Panel para realizar todas las conexiones
Patch-Panel 24 LC multimode duplex	RS 135-496	1	1	Panel para la conexión de fibra óptica de planta
Sai Delta Amplon GAIA 3kVA	GAIA-3K	1	2	Sistemas de alimentación ininterrumpida
EBM PAPST FAN TRAY	FT900SP30-01	1	1	Proporcionar refrigeración a los dispositivos del rack
TRIPP-LITE POWER STRIP	RS-1215-20T	1	1	Alimentación para los dispositivos del rack

Tabla 29: Elementos ubicados en el Rack 3.

Como podemos observar en la tabla 29 tenemos dos switches de capa 2, un ZyXEL XGS3700-48HP y un ZyXEL XGS3700-24HP con los que daremos servicio a todos los puestos de trabajo

de esta planta, además de dos patch panel. Como ya explicamos con anterioridad, es necesario más de un switch, porque esta planta tiene un total de 66 tomas de telecomunicaciones.

Para el despliegue de la red desde el rack hacia las tomas de telecomunicaciones que tenemos en esta planta utilizaremos el cable de cobre Giganet Cat6a F/FTP LSZH, que elegimos anteriormente. Esta red de cableado, correspondiente al subsistema horizontal, desde las tomas de telecomunicaciones partirá una canaleta vertical hacia el falso techo. Una vez en el falso techo el cableado irá por bandejas colocadas hasta el rack 2.

Las canaletas verticales serán embutidas en la pared mediante una regla de obra, ya que el edificio es de nueva construcción y aún es posible realizar obras en él. Y las bandejas irán a través del falso techo de escayola que tiene el edificio como nos informó la empresa. Con eso conseguimos disminuir por completo el impacto visual.

Una vez que tenemos todas las bandejas y canaletas con su correspondiente cableado, se procede a la instalación de las tomas de telecomunicaciones. Finalmente se procede a la gestión de los elementos que tenemos en el rack, con sus correspondientes instalaciones y conexiones.

8 PLANIFICACIÓN

Para llevar a cabo de manera correcta la instalación del sistema de cableado estructurado necesitamos dividir ésta en diferentes etapas que se deberán ejecutar de manera secuencial y progresiva, pudiendo evitar así posibles errores o rectificaciones que supondrían un aumento de tiempo y de coste de la instalación. El siguiente diagrama de Gantt muestra la planificación de los diferentes procesos y el tiempo estipulado para cada uno de ellos.

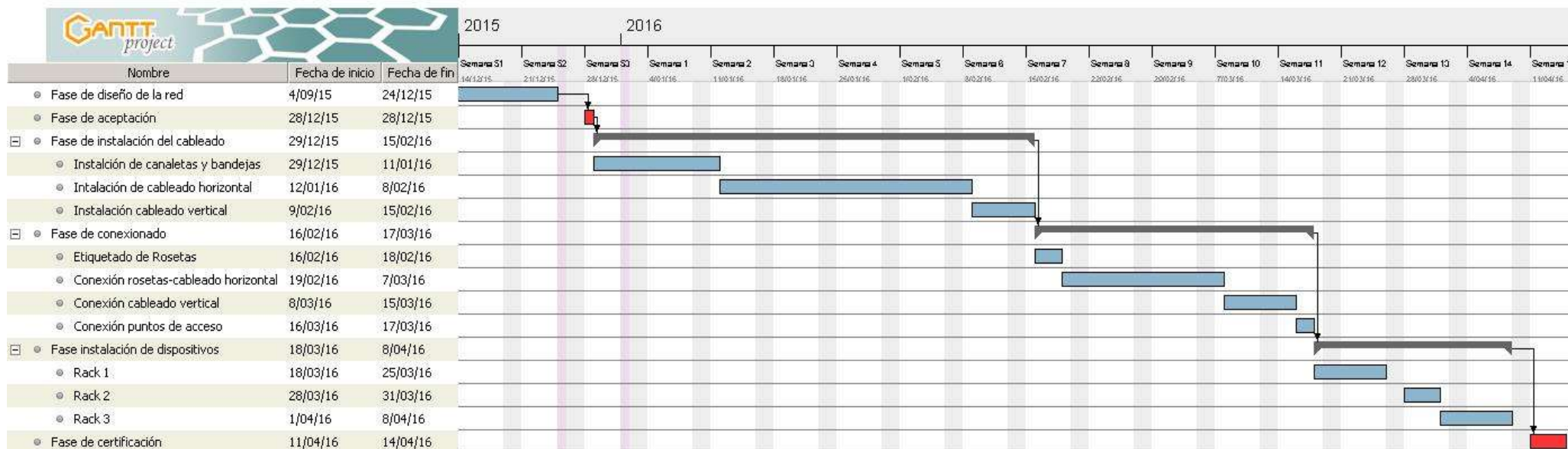


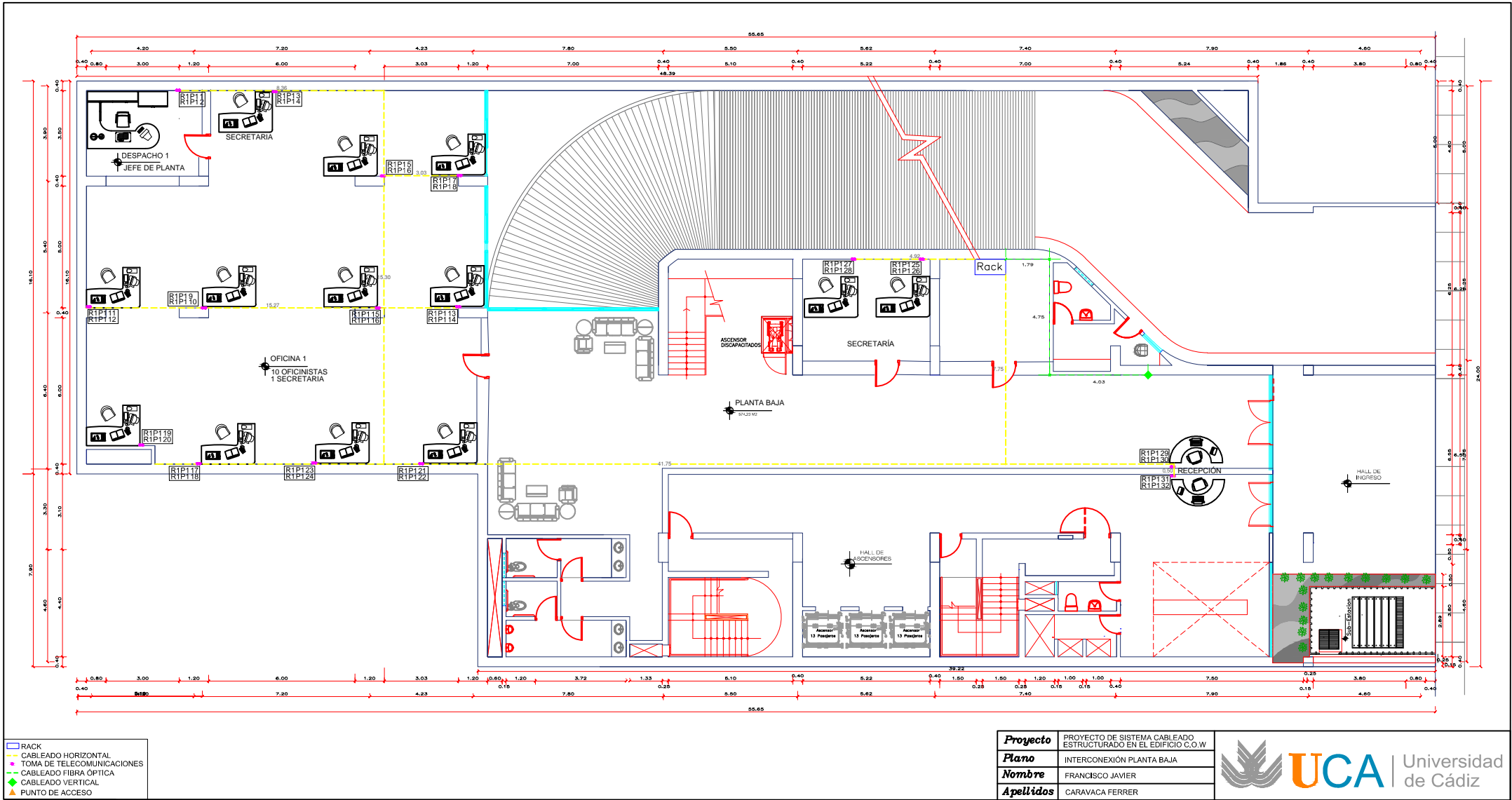
Figura 27: Planificación del proyecto realizada con Gantt Project.

PLANOS

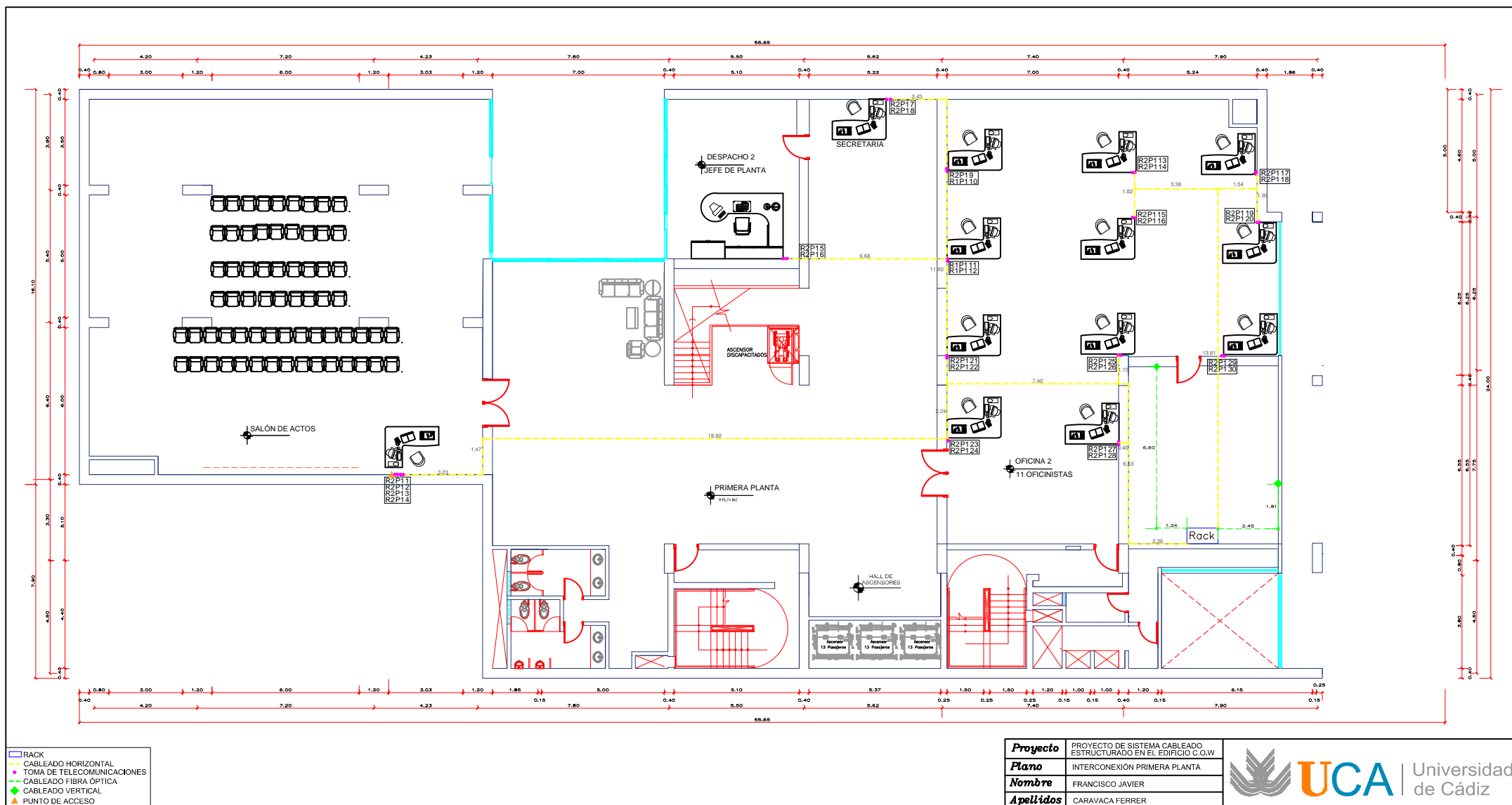
1 ÍNDICE DE PLANOS

- Plano de interconexión de la planta baja.
- Plano de interconexión de la primera planta.
- Plano de interconexión de la segunda planta.
- Plano de cableado vertical.
- Plano de rack 1.
- Plano de rack 2.
- Plano de rack 3.
- Plano detallado del cableado horizontal.
- Plano detallado del cableado vertical.

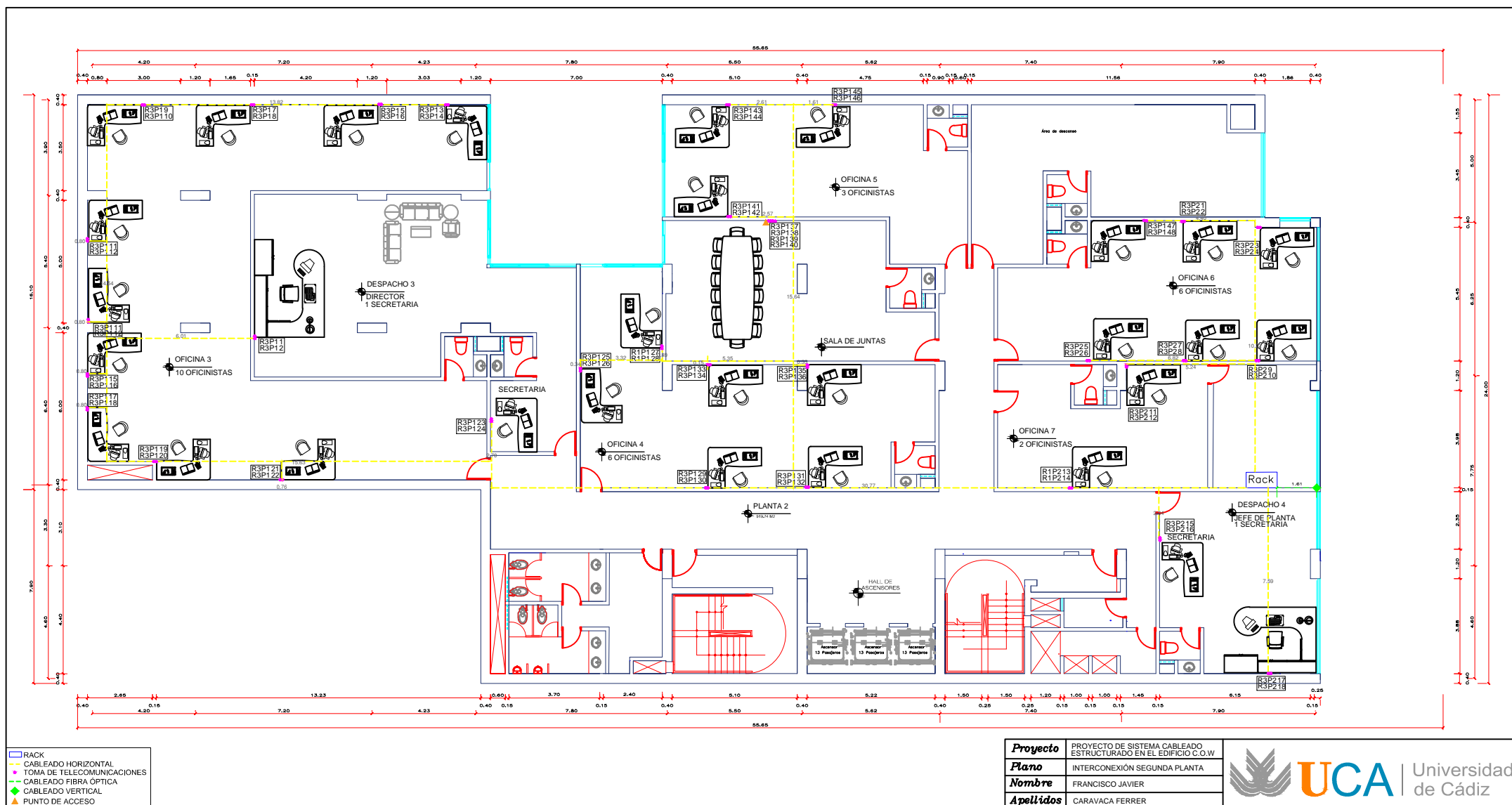
2 PLANO DE INTERCONEXIÓN DE LA PLANTA BAJA



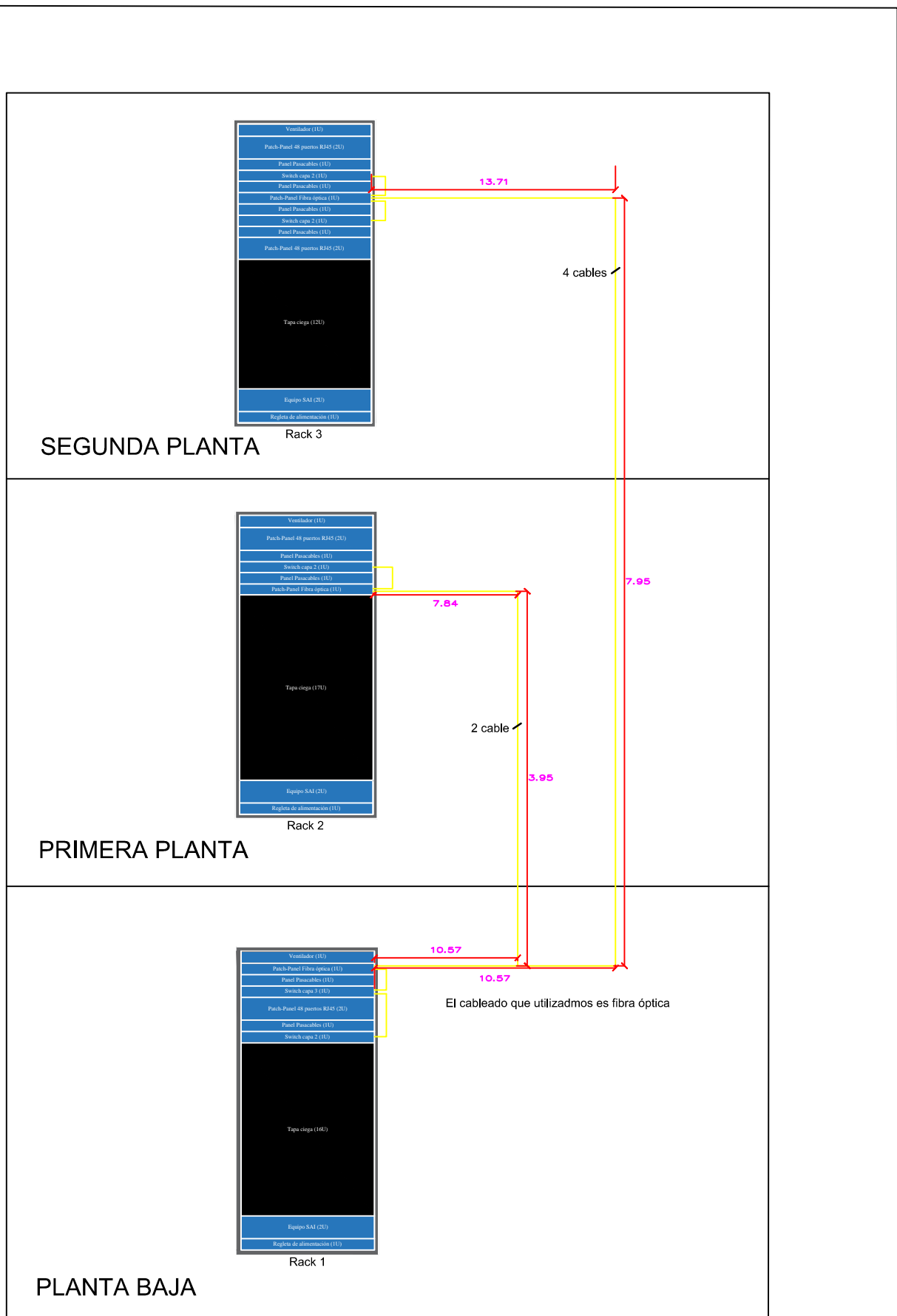
3 PLANO DE INTERCOXEIÓN DE LA PRIMERA PLANTA



4 PLANO DE INTERCONEXIÓN DE LA SEGUNDA PLANTA



5 PLANO DE CABLEADO VERTICAL

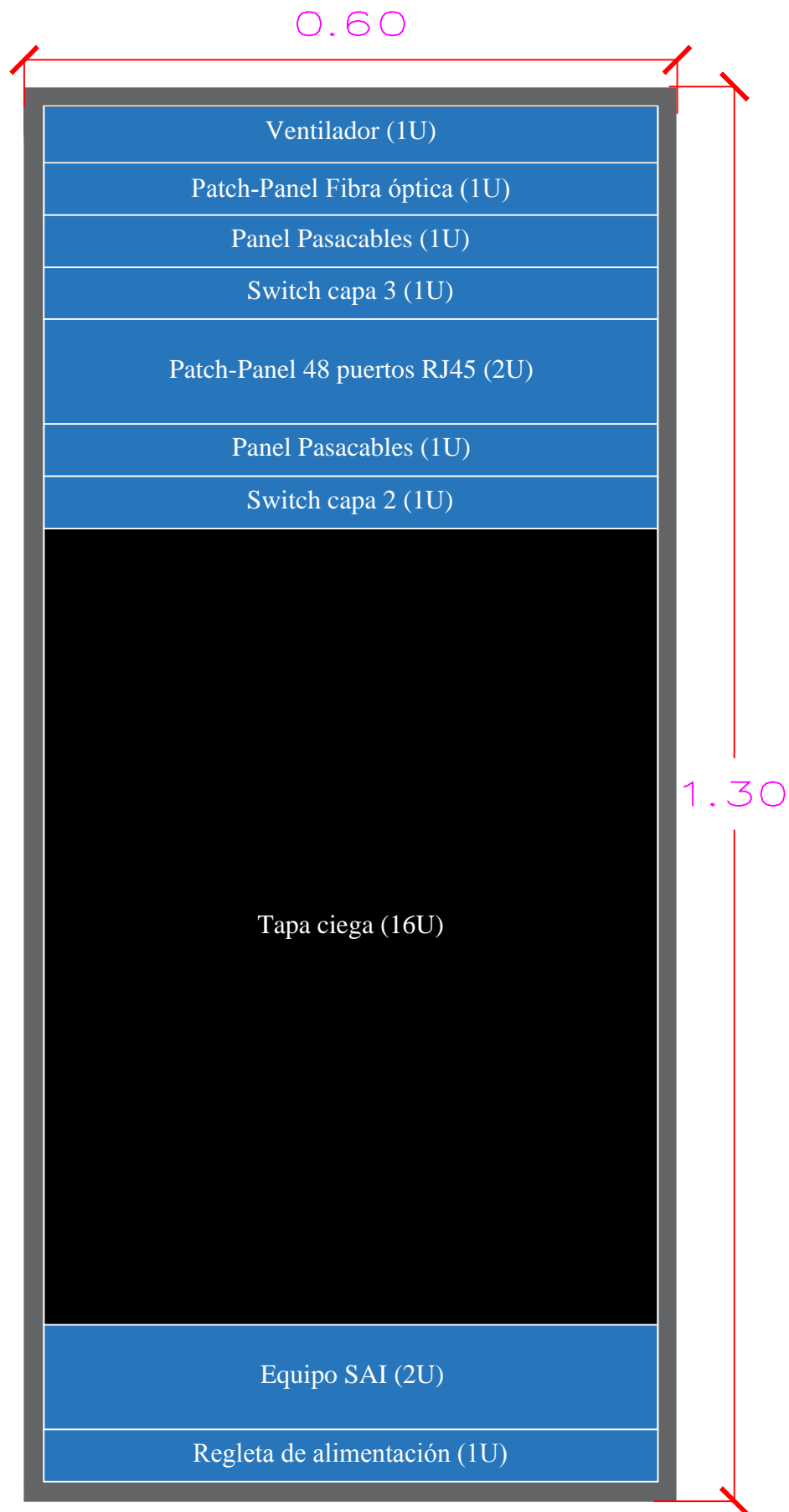


— Fibra óptica OM3

Proyecto	PROYECTO DE SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO COW
Plano	CABLEADO VERTICAL
Nombre	FRANCISCO JAVIER
Apellidos	CARAVACA FERRER

6 PLANO DE RACKS

6.1 Rack 1 – Distribuidor de edificio y distribuidor planta baja



OPENETICS SMART RACK PLUS ref: 2821

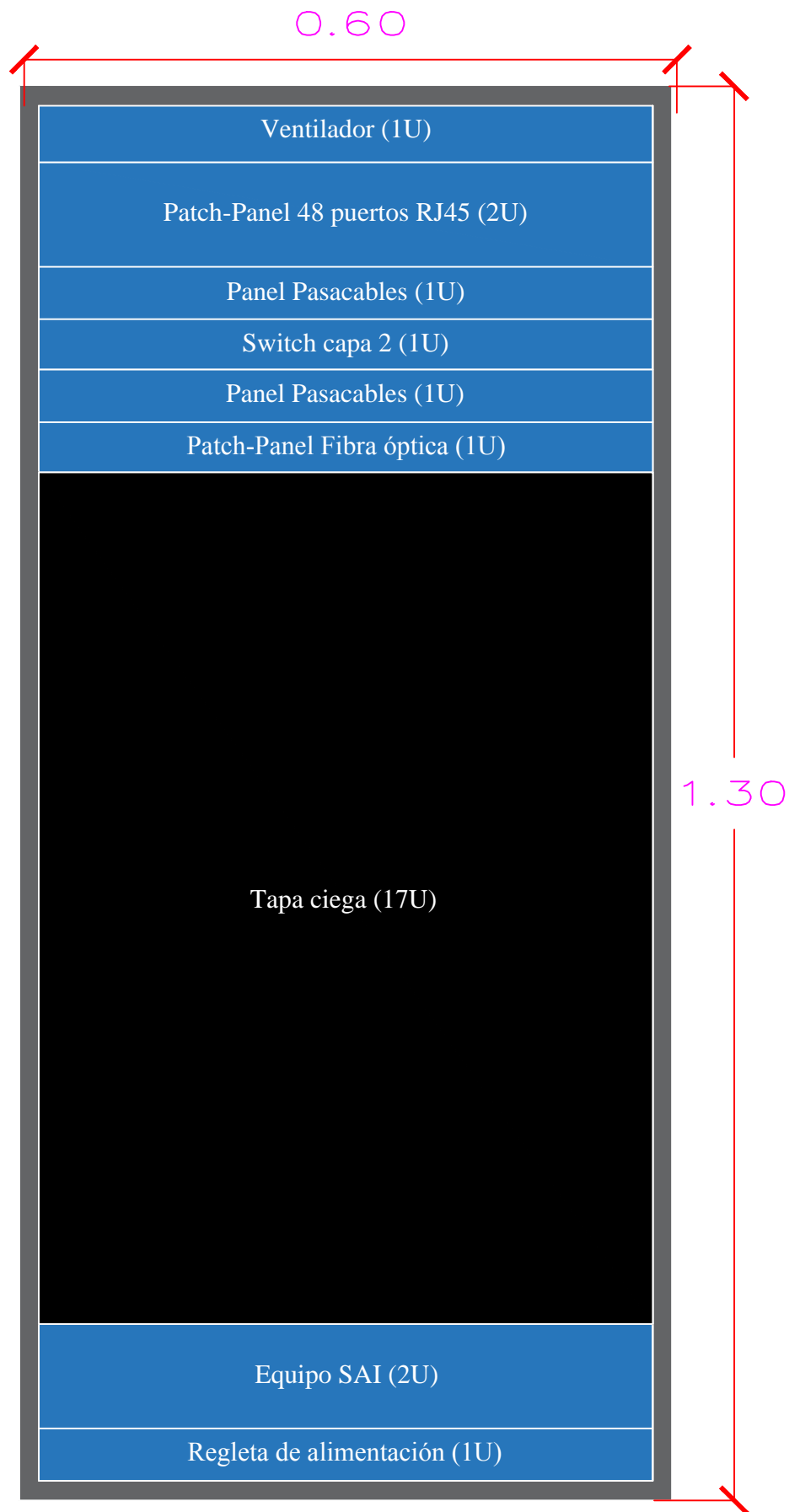
Proyecto	PROYECTO DE SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO C.O.W
Plano	RACK 1 - DISTRIBUIDOR EDIFICIO Y DISTRIBUIDOR PLANTA BAJA
Nombre	FRANCISCO JAVIER
Apellidos	CARAVACA FERRER



UCA

Universidad
de Cádiz

6.2 Rack 2 – Distribuidor primera planta



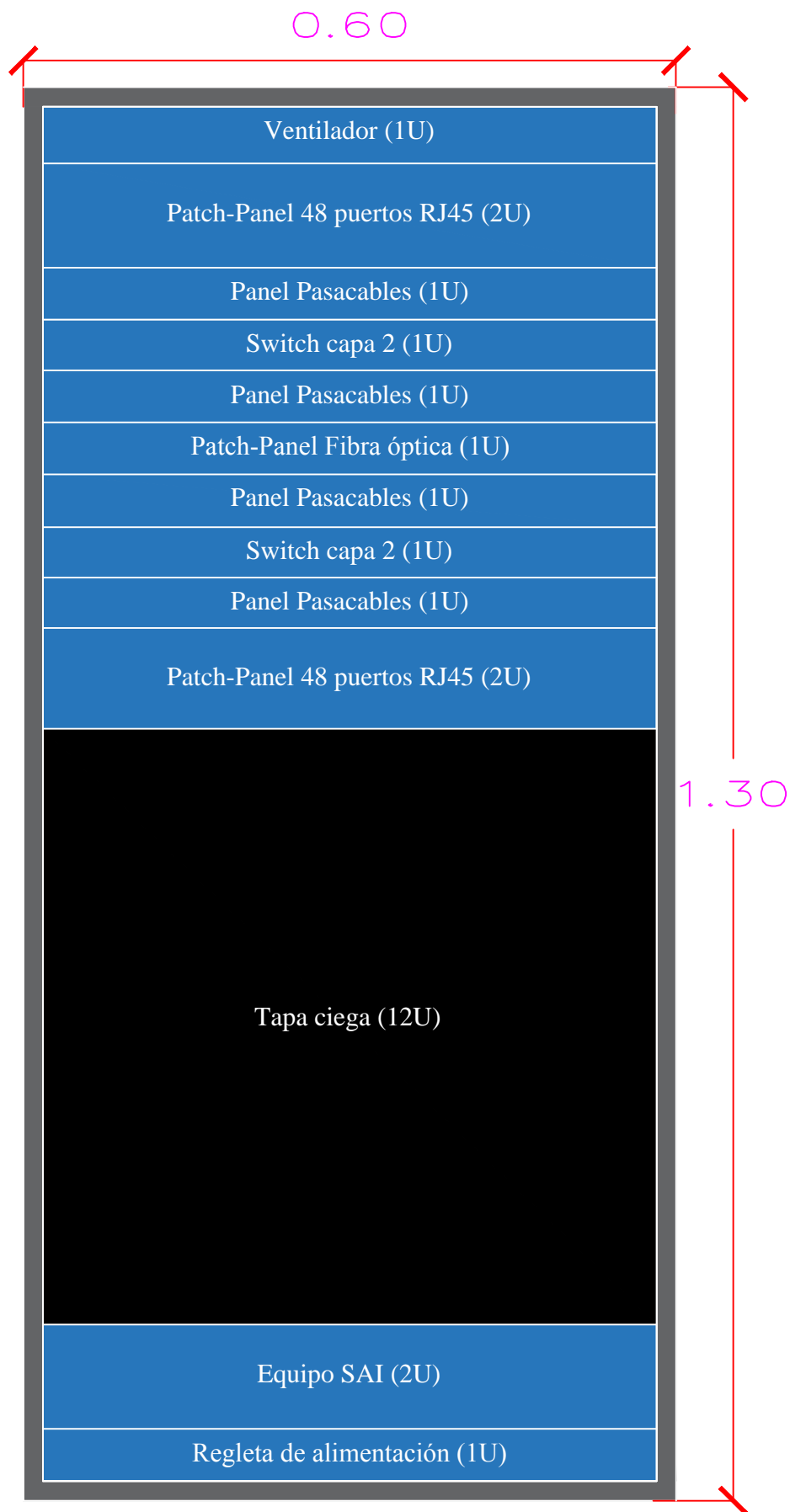
OPENETICS SMART RACK PLUS ref: 2821

Proyecto	PROYECTO DE SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO C.O.W
Plano	RACK 2 - DISTRIBUIDOR PRIMERA PLANTA
Nombre	FRANCISCO JAVIER
Apellidos	CARAVACA FERRER



UCA | Universidad de Cádiz

6.3 Rack 3 – Distribuidor segunda planta



OPENETICS SMART RACK PLUS ref: 2821

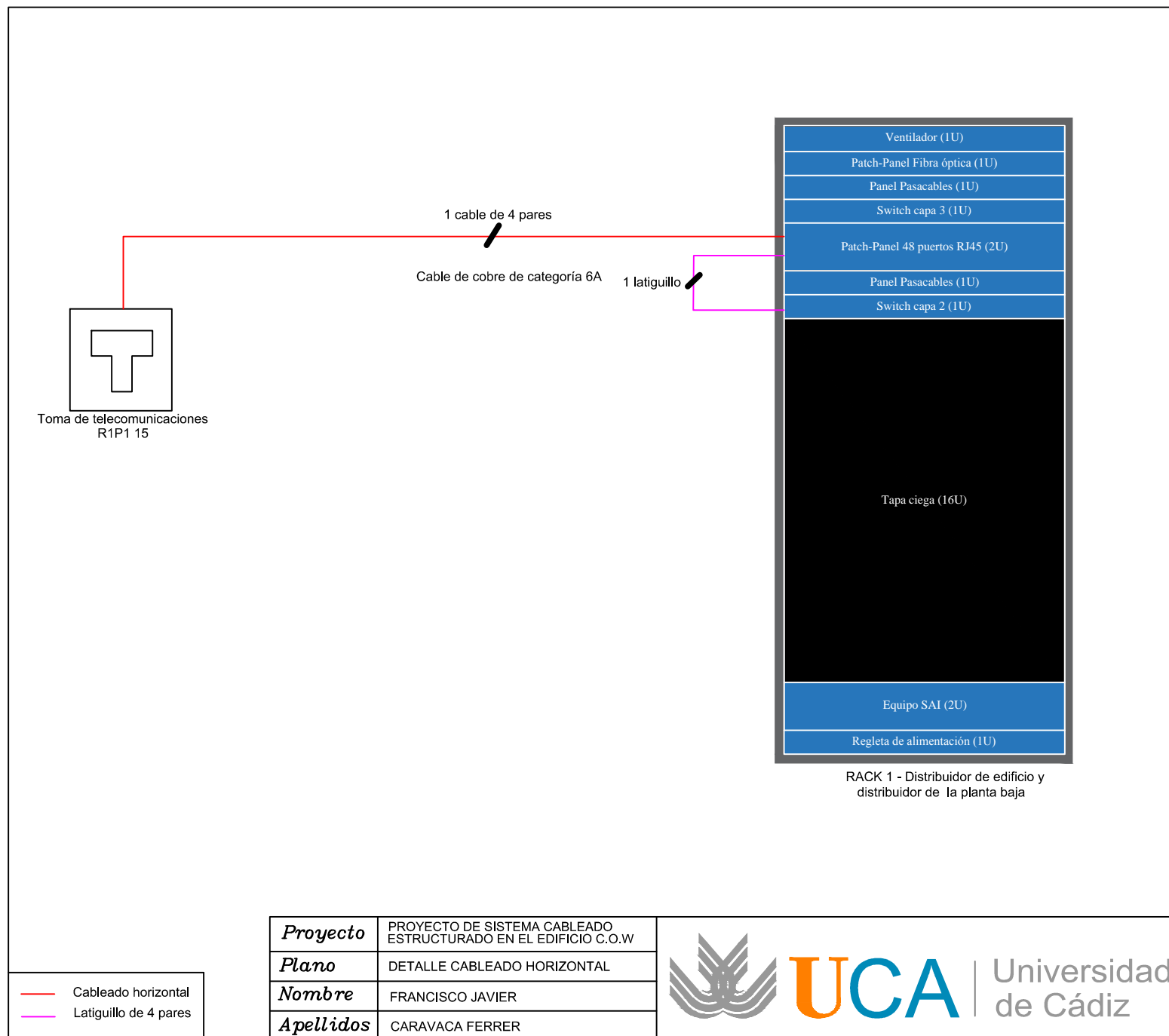
Proyecto	PROYECTO DE SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO C.O.W
Plano	RACK 3 - DISTRIBUIDOR SEGUNDA PLANTA
Nombre	FRANCISCO JAVIER
Apellidos	CARAVACA FERRER



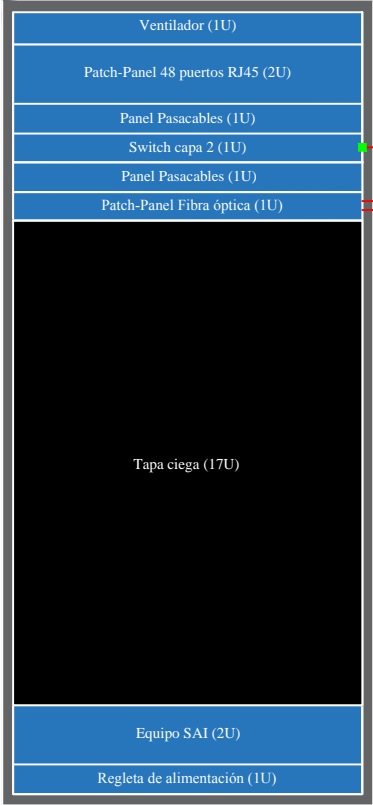
UCA

Universidad
de Cádiz

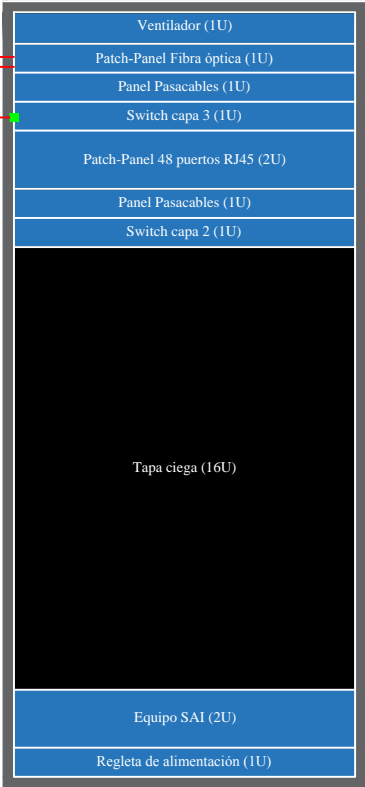
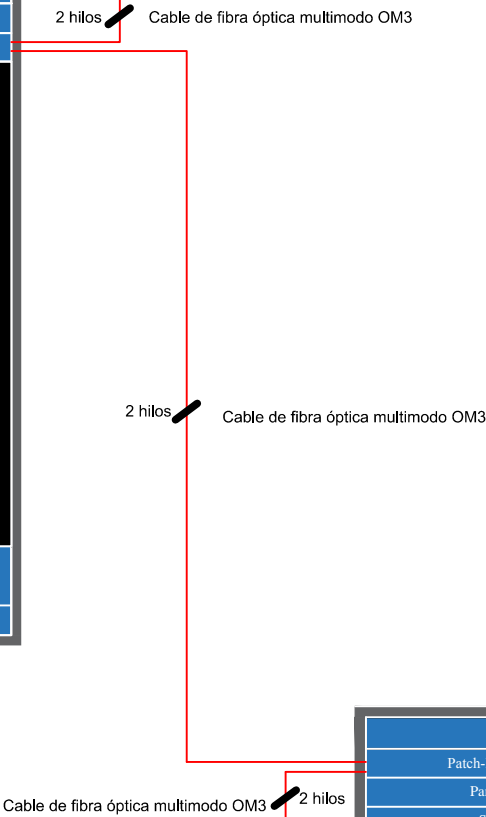
7 PLANO DETALLADO DEL CABLEADO HORIZONTAL



8 PLANO DETALLADO DEL CABLEADO VERTICAL



RACK 2 - Distribuidor de primera planta



RACK 1 - Distribuidor de edificio y distribuidor de la planta baja

	Cableado vertical
	Módulo SFP

<i>Proyecto</i>	PROYECTO DE SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL EDIFICIO C.O.W
<i>Plano</i>	DETALLE CABLEADO VERTICAL
<i>Nombre</i>	FRANCISCO JAVIER
<i>Apellidos</i>	CARAVACA FERRER



UCA

Universidad
de Cádiz

PLIEGO DE CONDICIONES

1 OBJETIVO Y ALCANCE

Este pliego de condiciones tiene como objetivo la descripción de las características de los distintos materiales utilizados en la instalación [12].

2 CONDICIONES GENERALES

El sistema de cableado estructurado cumple con la normativa EN 50173-1(2011) [1] y UNE EN 50173-2(2009) [2], donde quedan recogidos todos los parámetros y requerimientos del diseño. Además la ejecución y certificación.

En referencia a la categoría del cableado horizontal, será de categoría 6A, que alcanza los 500 MHz y el cableado vertical que será de fibra óptica multimodo. Cumpliendo también la normativa europea UNE 157001, referente a los criterios generales para la elaboración de proyectos.

3 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

3.1 Cableado de cobre

3.1.1 Características

En este apartado se describirán todas las características del cable de cobre “Giganet Cat6a F/FTP LSH”, que será el utilizado para el cableado horizontal.

Características:

- Tipo de cable: F/FTP
- Tipo de ensamble: Todos los pares recubiertos con aluminio. Y recubrimiento global de aluminio.
- Calibre del conductor: 23 AWG.
- Conductor de cobre sólido de 0.57 mm.
- Impedancia: 100 Ω .
- Resistencia: < 9.38 Ω /100 metros.

Normativas de referencia:

- ANSI/TIA/EIA 568-B-2-10
- ISO/IEC 11801: 2002
- EC VERIFIED

3.1.2 Instrucciones de instalación

A continuación se realiza una descripción de las recomendaciones a seguir para la instalación del cable de cobre:

- El cable se instalara siguiendo las recomendaciones del fabricante y de las diferentes prácticas habituales. Siguiendo la norma EIA/TIA 568 –B.2.
- Las canalizaciones de los cables no se llenarán con más del máximo de capacidad para este tipo de canaletas o bandejas particulares según recomendaciones del fabricante.
- Los cables se instalarán en tramos continuos de origen y destino, evitando empalmes.
- No se excederá el radio mínimo de curvatura de los cables y la tensión de tracción máxima.
- Los cables de distribución horizontal se agruparán en conjuntos de no más de 40 cables, ya que dichas agrupaciones pueden causar deformaciones en la parte interior de los cables.
- Si se utilizan ganchos para sujetar los mazos de cable, estos los colocaremos en intervalos de 1,5 metros.
- El cable no debe atarse a ningún equipo auxiliar. El sistema de cableado y hardware de soporte se instalarán a través del falso techo sin obstruir nada.
- El cable se instalará continuo entre la toma de telecomunicaciones y el panel repartidor.
- La distancia máxima entre la toma de telecomunicaciones y el panel repartidor será de 90 metros.
- Los cables se identificarán con etiquetas de acuerdo con las normas de rotulación.
- La etiqueta debe aplicarse tanto en el principio como en el final del cable, en la parte del cable posterior a la pletina, donde pueda ser accesible retirando la cubierta de la pletina.

3.2 Cableado de Fibra óptica

3.2.1 Características

En este apartado se describirán todas las características del cable de fibra óptica “Corning OM3 10G 50/125 multimode”, que será el utilizado para el cableado vertical.

Características:

- Tipo de cable: Multimodo 50μ.
- Tipo de ensamble: 6 fibras.
- Conductor de fibra sólido de 5,5 mm.
- Impedancia: 100 Ω.
- Rango de temperatura (°C): Almacenamiento -40° a 70°, Instalación -10° a 60° y operación -40° a 70°.
- Peso aproximado: 26 Kg/Km

Normativas de referencia:

- ANSI/TIA/EIA 568-B-2-10
- ISO/IEC 11801: 2002

3.3 Elementos de interconexión

3.3.1 Switch

3.3.1.1 Switch capa 3

En este apartado se describirán todas las características del switch de capa 3 “Extreme Networks Summit x670V-48t”, que será nuestro equipo activo para la capa de núcleo colapsado en el distribuidor de edificio.

Conectividad:

- 48 puertos 10GBASE-T.

Rendimiento:

- Tasa de transmisión: 952 Mpps.
- Capacidad de tabla de MAC: 128.000 direcciones.
- Capacidad de VLANs: 4.094.

Dimensiones:

- 4,4 x 44,1 x 51,9 cm.

Peso:

- 7,7 Kg.

Especificaciones ambientales:

- Temperatura de operación: 0° a 45° C.
- Temperatura de almacenamiento o transporte: -40° a 70° C.
- Humedad de operación: 10% a 95% de humedad relativa, no condensada.
- Humedad de almacenamiento o transporte: 10% a 95% de humedad relativa, no condensada
- Altitud de operación: 0 a 3000 metros.

Certificados de seguridad:

- UL 60950
- CSA 22.2#60950-1-03
- FCC 21CFR 1040.10
- EN 60950-1: 2006
- EN 60825-1+A: 2001
- TUV-R GS
- 2006/95/EC
- IEC 60950-1: 2006
- AS/NZS 60950-1

Certificados de compatibilidad electromagnética

- FCC CFR 47 Parte 15 Clase A
- ICES-003 Clase A
- EN 55022: 2006 Clase A
- EN 55024: A2-2003 Clase A
- EN 61000-3-2, 8-2006
- EN 61000-3-3
- ETSI EN 386 v1.3.3
- 2004/108/EC EMC
- EMC Certifications

- CISPR 22: 2006
- CISPR 24:A2: 2003
- EC/EN 61000-4-2
- EC/EN 61000-4-3
- EC/EN 61000-4-4
- IEC/EN 61000-4-5
- IEC/EN 61000-4-6
- EC/EN 61000-4-11
- VCCI Clase A
- ACMA
- CCC Mark
- KCC Mark EMC

3.3.1.2 Switch capa 2

En este apartado se describirán todas las características del switch de capa 2 “ZyXEL XGS3700-24Hp/48HP”, que será el equipo activo que usaremos para la capa de acceso en cada uno de los distribuidores de planta.

Conectividad:

- ZyXEL XGS3700-24Hp
 - 24 puertos 100/1000 BASE-T
 - 4 puertos 10GBASE-T
- ZyXEL XGS3700-48Hp
 - 48 puertos 100/1000 BASE-T
 - 4 puertos 10GBASE-T

Rendimiento:

- Tasa de transmisión: 131 Mpps.
- Capacidad de tabla de MAC: 16.000 direcciones.
- Capacidad de VLANs: 1024.

Dimensiones:

- 4 x 44 x 43,68 cm.

Peso:

- ZyXEL XGS3700-24Hp
 - 7,55 Kg
- ZyXEL XGS3700-48Hp
 - 8,02 Kg

Especificaciones ambientales:

- Temperatura de operación: 0° a 50° C.
- Temperatura de almacenamiento: -40° a 70° C.
- Humedad de operación: 10% a 95% de humedad relativa, no condensada.
- Humedad de almacenamiento: 10% a 90% de humedad relativa, no condensada

Certificados de seguridad:

- 802.1X
- Port Security
- MAC authentication
- Layer 2 MAC filtering
- Layer 3 IP filtering
- Layer 4 TCP/UDP socket filtering
- BDPU Transparency
- Static MAC forwarding
- Multiple RADIUS servers
- Multiple TACACS+ servers
- 802.1x VLAN and 802.1p assignment by RADIUS
- Login authentication by RADIUS
- Login authentication by TACACS+
- TACACS+ accounting
- Authorization on RADIUS
- Authorization on TACACS+
- Authorization on console
- SSH v1/v2
- SSL
- Intrusion Lock
- MAC Freeze
- DHCP snooping
- ARP Inspection
- ARP Freeze
- Static ARP
- Static IP/MAC binding
- Policy-based security filtering
- IP Source Guard
- Limit number of MAC per VLAN
- MAC Search
- Guest-VLAN
- ACL Packet Filtering (IPv4/IPv6)
- PPPoE + relay agent
- PPPoE option82
- PPPoE-IA
- CPU protection
- MAC pinning
- Interface related trap can be enable/disable by port

RFC compilación estándares:

- RFC 2464
- RFC 4291
- RFC 4213
- RFC 4443
- RFC 1981
- RFC 5095
- RFC 4861

- RFC 1066
- RFC 1213, 1157
- RFC 1493
- RFC 1643
- RFC 1757
- RFC 2011, 2012, 2013
- RFC 2233
- RFC 2358
- RFC 2674
- RFC 2819, 2925
- RFC 3621
- RFC 4022
- RFC 4113
- RFC 4292
- RFC 4293

3.3.2 Punto de acceso

En este apartado se describirán todas las características del punto de acceso “Open Mesh OM5P-AN”, que será el equipo encargado de dar conexión inalámbrica a la sala de juntas y a la sala de actos.

Características clave:

- Doble SSID, para uso público o privado.
- Ofrece una nube gratuita para el control y monitorización completo de la red.
- Posibilidad de control y monitorización a través de una app de Smartphone gratuita.
- Servicio de itinerancia completa para conectividad continua.
- Alerta de cualquier corte de forma automática.
- Punto único de configuración.

Estándares:

- 802.11b a 2.4 GHz
- 802.11g a 2.4 GHz
- 802.11n a 2.4 GHz
- 802.11a a 5 GHz
- 802.11n a 5 GHz

Antenas:

- 1 antena interna a 2.4 GHz
- 2 antenas internas a 5 GHz

3.3.3 Conectores de cobre

Los conectores utilizados serán de tipo RJ-45 del fabricante Bel-Stewart de categoría 6a, para así aprovechar el ancho de banda que nos permite tener el cable de cobre de categoría 6a. Tendremos conectores macho (para los distribuidores) y hembra (para las tomas de

telecomunicaciones). Los conectores machos tienen el código de referencia SS-39200-011 y los conectores hembras tienen el código de referencia SS-60300-016.

Estos conectores modulares están preparados para tecnología de terminación mediante herramienta Slim Line para la inserción y corte automático de los 8 conductores. Como nos indica la normativa ISO/IEC 11801 y ANSI/TIA/EIA-568.

3.3.4 Conectores de fibra óptica

Los conectores utilizados serán de tipo LC del fabricante TE connectivity. Estos conectores cumplen con la siguiente normativa:

- ISO/IEC 11801
- TIA-604-3-B
- TIA-604-10-B
- IEC 61754-4
- IEC 61754-20
- IEC 61753-1
- TIA-568-C.3

3.3.5 Módulo transceptor SFP

Los módulos SFP utilizados serán Cisco SFP-10G-SR fabricados por Cisco. Estos módulos cumplen con los siguientes estándares:

- GR-20-CORE
- GR-326-CORE
- GR-1435-CORE
- IEEE 802.3
- ITU-T G.709
- ITU-T G.975
- ITU-T G.975.1
- SFP+ MSA SFF-8431
- SFP+ MSA SFF-8461

Tiene las siguientes dimensiones:

8,5 x 13,4 x 56,5 mm.

Soportan 10GBASE Ethernet.

3.3.6 Cajas de usuarios

Las tomas de telecomunicaciones se instalarán en cajas modulares de superficie para dos tomas RJ45 hembra. Estas cajas deberán disponer de marco y tapa. El color de las cajas, así como la de las tapas será del mismo color de la pared, que en nuestro caso es blanco.



Figura 28: Caja de usuario doble.

Nosotros utilizaremos los de marca Lanpro, en concreto el modelo LP3317V2YY. En estas cajas de usuario se deberán montar los conectores hembra RJ45, seleccionados anteriormente.

3.4 Canalizaciones

Las canalizaciones a emplear en el edificio para la distribución y protección del cableado serán principalmente de dos tipos, por una parte tenemos las canaletas para llevar el cableado desde las tomas de telecomunicaciones, hasta el falso techo y por otro, tenemos las bandejas que se utilizarán para llevar el cableado por el falso techo, hasta los distribuidores.

Ya que las canaletas irán embutidas en la pared, y las bandejas a través del falso techo, vamos a utilizar tanto canaletas como bandejas de metal. Ya que el cableado va a estas más protegido y además no vamos a provocar daños visuales, ya que estas no se verán.



Figura 29: Canaleta metálica de 75mm x 75mm.

Las canaletas tendrán un tamaño de 75mm x 75mm (ancho x alto) y además de las canaletas suministraremos tapas, accesorios de unión y de fijación. No se necesitaran elementos de acabado como ángulos, derivaciones, entre otros, ya que las canaletas parten en línea recta desde las tomas al falso techo.

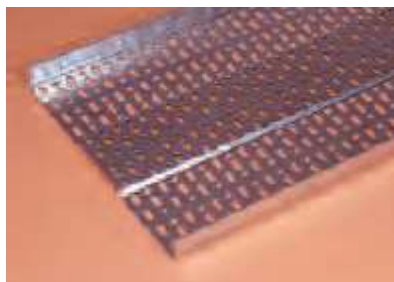


Figura 30: Bandeja metálica de 250mm x 100mm.

Las bandejas tendrán un tamaño de 250mm x 100mm (ancho x alto) y además de las bandejas suministraremos accesorios de unión y de fijación, para unirlos entre sí y su fijación al techo. Además se suministrarán ángulos y derivaciones (véase figura 31) para que el cable llegue perfectamente desde cada una de las tomas de telecomunicaciones a su correspondiente distribuidor.

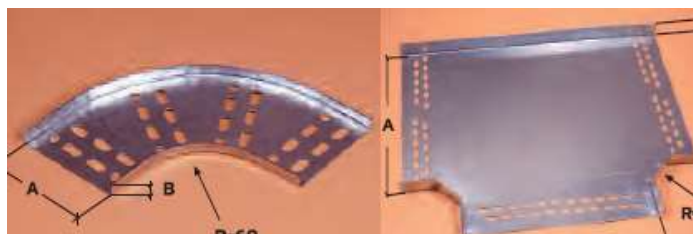


Figura 31: Ángulos y derivaciones de bandejas.

4 CALIDAD Y GARANTÍA DE LA INSTALACIÓN

4.1 Calidad de los materiales

Los materiales y componentes instalados en nuestro proyecto serán nuevos y de calidad necesaria para al menos cumplir con las especificaciones técnicas en este pliego de condiciones [13].

4.2 Garantías del sistema

La garantía de la instalación exigida en un proyecto de este tipo será de dos años. Esta recae sobre la empresa instaladora y en caso de fallo en el rendimiento de los equipos en el propio fabricante.

Además la empresa instaladora se compromete a corregir cualquier fallo en la instalación, sin cargo alguno para la empresa contratante.

El coste de sustitución de materiales defectuoso, ya sea para su reparación o reemplazo. Correrá a cargo de la empresa instaladora o a cargo del fabricante.

4.3 Normas de rotulación

La correcta rotulación de rosetas, panelas, cables y canalizaciones revierten de manera fundamental en las tareas de utilización, mantenimiento y gestión del sistema de cableado, hasta el punto de que un sistema sin rotular, o mal rotulado es casi inservible en la práctica.

4.3.1 Normas de rotulación de las rosetas

La rotulación de cada roseta de las tomas de telecomunicaciones tendrá la siguiente información:

- R [Numero de rack]: rack donde se conecta el repartidor de planta al que se conecta la roseta.
- P [Numero de patch panel]: identificación del patch panel a donde se conecta el otro extremo del cable de datos que surge de cada una de las rosetas. Decir que la numeración de los patch panels en cada uno de los racks comenzara en uno y llegará al número de patch panels albergados en cada rack.
- Número de conexión que coincidirá con el número de puerto del patch panel al que esté conectado.

En la siguiente figura tenemos una muestra de la rotulación de una de las rosetas. En concreto la roseta conectada a la toma de telecomunicaciones 1 del patch panel 1 del rack 2 (véase la figura 32).

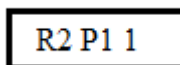


Figura 32: Ejemplo de rotulación de una roseta.

Como indicamos en la descripción de cada una de las plantas, el rack de la planta baja, se denomina rack 1. El de la primera planta lo llamamos rack 2 y el de la segunda planta rack 3.

4.3.2 Normas de rotulación de los paneles distribuidores

4.3.2.1 Subsistema horizontal

Para hacer una distribución lógica y fácil de utilizar de las tomas de los paneles del sistema de cableado horizontal, los patch panels serán etiquetados con un número. Esta numeración en cada uno de los racks comenzara en uno y llegara al número de patch panels que tenga el rack. Además los puertos de cada patch panel se enumerarán desde el 1 al 48, llevando el mismo número que el cable correspondiente a dicha conexión.

Para los patch panels dedicados a conectar los repartidores de planta al cableado vertical, la forma de etiquetarlos será indicando el rack donde se conecta dicho cableado vertical, así como el patch panel de fibra óptica en el que se conecta, más el puerto del patch panel al que va conectado el par de hilos de fibra óptica.

En la siguiente figura tenemos una muestra de la rotulación de un patch panel de cableado vertical. Nos indica que se trata del rack 2, el patch panel 1 y el puerto 1 (véase la figura 33).

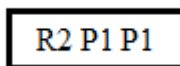


Figura33: Ejemplo de rotulación de un patch panel de cableado vertical.

Por último, cada cable deberá ir debidamente etiquetado, tanto al principio como al final, con el número correspondiente de conexión, para facilitar su uso.

4.3.2.2 Subsistema vertical

Los patch panels ubicados en el repartidor de edificio se rotularán haciendo uso de una numeración correlativa, comenzando en el 1. Cada uno de los puertos de los patch panels también será numerado comenzando en el 1.

Por último, cada cable deberá ir debidamente etiquetado, tanto al principio como al final, con el número correspondiente de conexión, para facilitar su uso.

4.4 Procedimientos de ejecución

Lo primero a tener en cuenta a la hora de ejecución de nuestro proyecto será que la obra esté totalmente finalizada, pasa así, tener libertad total.

La ejecución la dividiremos por plantas, comenzando como es obvio por la planta baja, e iremos avanzando una a una:

4.4.1 Planta baja

En la planta baja lo primero que tenemos que hacer es la instalación de las tomas de telecomunicaciones en su correspondiente caja de usuario, donde se indica en los planos (véase el plano de la planta baja).

La conexión de los cables en las rosetas de los puestos de trabajo las realizaremos par a par. Evitaremos torceduras en los cables. Y además se realizará el etiquetado siguiendo las normas de rotulación del apartado anterior.

Una vez tenemos todas las tomas de comunicaciones instaladas, comenzamos con la instalación del cableado, subiendo desde la roseta por las canaletas hasta las bandejas del falso techo y desde este hasta el distribuidor. Realizando el etiquetado en cada uno de los extremos de los cables como indicamos en las normas de rotulación.

Una vez que tenemos todo el cableado desde las tomas de telecomunicaciones hasta el distribuidor, se empieza con la conexión de los paneles. Esta conexión se realiza de manera similar a como hicimos con las rosetas par a par. Finalmente una vez estén conectados y etiquetados, los cables se fijaran al rack para así evitar movimientos y posibles desconexiones.

Una vez tenemos todo el cableado horizontal de la planta baja, procedemos a con el cableado vertical. Se conectan el switch de capa 2 con el de capa 3, mediando el cableado de fibra óptica.

4.4.2 Primera planta

En la primera planta el procedimiento de ejecución es similar al de la planta baja, comenzamos con la instalación del cableado horizontal.

Empezando por la instalación de las rosetas, continuando por la instalación del cableado y finalizando con la conexión con los paneles en el distribuidor de planta. Con los detalles expuestos en el procedimiento de ejecución de la planta baja y de las normas de rotulación.

Una vez finalizado la instalación del cableado horizontal, se procede a la instalación del cableado vertical, tirando un par de cables desde el switch de capa 2 de esta planta al switch de capa 3, de la planta baja, a través de una canaleta.

4.4.3 Segunda planta

En la segunda planta el procedimiento de ejecución es similar al de las dos plantas anteriores, comenzamos con la instalación del cableado horizontal.

Empezando por la instalación de las rosetas, continuando por la instalación del cableado y finalizando con la conexión con los paneles en el distribuidor de planta. Con los detalles expuestos en el procedimiento de ejecución de las plantas anteriores y de las normas de rotulación.

Una vez finalizado la instalación del cableado horizontal, se procede a la instalación del cableado vertical, tirando un par de cables desde cada switch de capa 2 de esta planta al switch de capa 3, de la planta baja, a través de una canaleta.

4.5 Certificación

En este apartado definimos las condiciones mínimas para una correcta certificación. También se definen los parámetros y medidas a realizar, siendo de clase E_A las conexiones. Tras el proceso de certificación se genera un informe en el cual se detalla si el proyecto es acto o no.

4.5.1 Generalidades

Al finalizar la instalación del sistema de cableado estructurado, la empresa instaladora debe realizar unos planos, donde se muestren dónde están recogidas las rosetas, racks y canalizaciones. Además de la localización, se debe describir el etiquetado utilizado, tanto en cables, paneles y armarios.

Con estos planos junto con el propio proyecto se procede a realizar la certificación. Esta certificación debe realizarla una empresa con certificado oficial. En nuestro caso vamos a ponerlo en manos de la empresa Unitel S.L.U.

Lo primero que se realiza en la certificación es una verificación de los materiales utilizados en la instalación: rosetas, cables, canalizaciones, patch-panels y racks, que estén bien rotulados y codificados, y que concuerdan tanto en cantidad como distribución a las especificaciones dadas en la memoria, pliego de condiciones y planos del proyecto.

Tras esta verificación, se procede a verificar todos y cada uno de los enlaces de cableado horizontal, en nuestro caso cableado de cobre de categoría 6a haciendo uso de un aparato de medida homologado y calibrado al efecto, debiéndose presentar el modelo de equipo y la fecha de la última calibración. La aceptación de la infraestructura dependerá del cumplimiento de la Clase F por parte del 100% de los enlaces.

Se realizarán tres tipos de certificaciones.

4.5.1.1 Certificación de subsistema horizontal

En la certificación de subsistema horizontal se debe proceder de la siguiente forma:

- Medida de todos y cada uno de los enlaces/canales que componen un repartidor de planta.
- Se realizará por el encargado de obra justo después de la instalación de cada subsistema. Si surge cualquier error o anomalía en la instalación, ésta debe corregirse de forma inmediata antes de continuar con el resto de repartidores de planta.

4.5.1.2 Certificación de Back-Bone

En la certificación de Back-bone se debe proceder de la siguiente forma:

- Medida de todos y cada uno de los enlaces/canales entre subsistemas horizontales.
- Se realizará por el encargado de obra justo después de la instalación de todo el sistema vertical (back-bone). Si surge cualquier anomalía de la instalación debe corregirse de forma inmediata antes de continuar.

4.5.1.3 Certificación final

En la certificación final se procede de la siguiente forma:

- Parámetros globales de toda la instalación con una indicación de todos los puntos críticos.
- Se realizará cuando la instalación este totalmente concluida, por la empresa mencionada anteriormente.

Una vez finalizada la certificación se entregará un informe a la empresa con los valores de las mediciones de todos los enlaces. Y un resultado final de la certificación indicando, Pasa o No pasa.

4.5.2 Parámetros y medidas a testear

Las tareas que se van a llevar a cabo en concepto de certificación engloban la verificación de todos los parámetros descritos en la Memoria y el pliego de condiciones del proyecto siguiendo la Norma EN 50173-1(2011) [1].

Dentro de las especificaciones de certificación, las medidas a realizar para cada enlace/canal son las siguientes:

- Parámetros primarios:
 - Longitudes (econometría).
 - Atenuación.
 - Paradiafonía (NEXT y PSNEXT).
 - Total de energía NEXT.
 - Relación de Atenuación/Paradiafonía (ACR).
 - Total de energía ACR.
 - Suma de la relación Atenuación/Paradiafonía (PSACR).
 - Relación Atenuación/Telediafonía (ELFEXT y PSELFEXT).
- Parámetros secundarios:
 - Impedancia característica.
 - Pérdidas de retorno.
 - Resistencia óhmica en continua.
 - Nivel de ruido.
- Otros parámetros:
 - Retardo de propagación.
 - Retardo de torsión.
 - Capacidad por unidad de longitud.
 - Diferencia de retardo.

4.5.3 Formato de certificación

El formato en el que se debe presentar la certificación será similar al que se muestra a continuación. El documento será entregado al finalizar la certificación.

- Emplazamiento
Donde tendremos la localización del edificio.

Dirección
Localidad
Provincia
Código Postal

Tabla 30: Emplazamiento de la certificación.

- Empresa certificadora,
Donde tendremos los datos de la empresa certificadora.

Nombre/Razón social
Dirección
Localidad
Provincia
Código Postal
Contacto

Tabla 31: Empresa certificadora.

- Características técnicas del sistemas de cableado
Donde se indicará la tipología del cableado (cable por pares, fibra óptica), el modelo (UTP, FTP, monomodo, multimodo), el fabricante, material, además del número de tomas, la ubicación. En definitiva todos los datos que caracterizan el sistema.

--

Tabla 32: Características técnicas del sistema de cableado a certificar.

- Resultado de las mediciones realizadas en las tomas
Donde encontraremos una tabla donde se expondrán los resultados de las mediciones de las tomas de telecomunicaciones, con un ejemplo significativo.

Parámetro	Mediciones	
	Enlace	Canal
Perdida de retorno		
NEXT		
PSNEXT		
ACR		
PSACR		
Mas el resto de parámetros		

Tabla 33: Resultados de las mediciones realizadas en las tomas a certificar.

- Incidencias detectadas
Donde se expondrán todas y cada una de las incidencias.

--

Tabla 34: Incidencias detectadas en la certificación.

- Normativa de obligado cumplimiento
Donde encontraremos todas y cada una de las normativas que la empresa certificadora ha utilizado.

Normativa sobre cableado
Normativa sobre compatibilidad electromagnética
Otras normativas

Tabla 35: Normativa de obligado cumplimiento.

- Resultado de la certificación
Donde la empresa certificadora expone los resultados de la certificación.

Comprobada la instalación del cableado estructurado correspondiente a los emplazamientos indicados al comienzo de este documento se concluye, según el protocolo de pruebas expuesto, que:

- Por lo que respecta al material empleado, este cumple tanto las condiciones técnicas impuestas por la normativa EN 50173-1(2011), así como otras normativas aplicables a instalaciones de esta tipología
- No existen anomalías graves que impidan la certificación final de la instalación, ya que todos los enlaces/canales se encuentran operativos a nivel de Clase F_A, según la normativa EN 50173-1(2011), tal y como se prescribía en el correspondiente pliego de condiciones regulador del concurso por el que se adjudicó la ejecución del proyecto.

Por todo lo cual se emite la presente certificación de la instalación efectuada.

Fecha de certificación

Firmado

Tabla 36: Resultado de la certificación.

ESTADO DE LAS MEDICIONES

1 DISTANCIAS DEL CABLEADO

En este capítulo vamos a calcular la distancia total de cableado que necesitamos, tanto de cableado de cobre como de fibra óptica. Separando entre cableado horizontal y cableado vertical.

1.1 Cableado horizontal

Para calcular la distancia total en metros necesarios para el cableado horizontal, vamos a hacer diferentes tablas por plantas, y finalmente una tabla donde este la distancia total del cableado horizontal. En este caso estamos hablando de cable de cobre de categoría 6a.

Vamos a comenzar con la tabla de la planta baja, donde vamos a recoger la distancia que existe desde cada toma de telecomunicaciones hasta el rack una a una.

Planta baja	
Tomas	Distancia
R1P1 1	2 x
R1P1 2	56,89 metros
R1P1 3	2 x
R1P1 4	53,12 metros
R1P1 5	2x
R1P1 6	45,06 metros
R1P1 7	2x
R1P1 8	48,06 metros
R1P1 9	2x
R1P1 10	47,11 metros
R1P1 11	2x
R1P1 12	51,86 metros
R1P1 13	2x
R1P1 14	42,69 metros
R1P1 15	2x
R1P1 16	39,66 metros
R1P1 17	2x
R1P1 18	40,82 metros
R1P1 19	2x
R1P1 20	43,23 metros
R1P1 21	2x
R1P1 22	31,63 metros
R1P1 23	2x
R1P1 24	36,06 metros
R1P1 25	2x
R1P1 26	2,13 metros
R1P1 27	2x
R1P1 28	4,92 metros
R1P1 29	2x
R1P1 30	14,64 metros
R1P1 31	2x
R1P1 32	15,14 metros
Total	1146,04 metros

Tabla 37: Distancia del cableado en la planta baja.

Continuamos con la tabla de la primera planta, donde vamos a recoger la distancia que existe desde cada toma de telecomunicaciones hasta el rack una a una, como en la planta baja.

Primera planta	
Tomas	Distancia
R2P1 1	4 x
R2P1 2	43,3 metros
R2P1 3	
R2P1 4	
R2P1 5	2x
R2P1 6	29,11 metros
R2P1 7	2x
R2P1 8	30,32 metros
R2P1 9	2x
R2P1 10	26,09 metros
R2P1 11	2x
R2P1 12	22,43 metros
R2P1 13	2x
R2P1 14	17,86 metros
R2P1 15	2x
R2P1 16	18,32 metros
R2P1 17	2x
R2P1 18	15,95 metros
R2P1 19	2x
R2P1 20	16,68 metros
R2P1 21	2x
R2P1 22	18,59 metros
R2P1 23	2x
R2P1 24	19,68 metros
R2P1 25	2x
R2P1 26	10,44 metros
R2P1 27	2x
R2P1 28	6,85 metros
R1P1 29	2x
R1P1 30	7,02 metros
Total	651,88 metros

Tabla 38: Distancia del cableado en la primera planta.

Ahora realizamos la tabla de la segunda planta, donde vamos a recoger la distancia que existe desde cada toma de telecomunicaciones hasta el rack una a una, como ya hicimos en las plantas anteriores.

Segunda planta	
Tomas	Distancia
R3P1 1	2 x
R3P1 2	58,51 metros
R3P1 3	2 x
R3P1 4	75,84 metros
R3P1 5	2x
R3P1 6	73,11 metros
R3P1 7	2x
R3P1 8	67,91 metros
R3P1 9	2x

R3P1 10	63,45 metros
R3P1 11	2x
R3P1 12	57,26 metros
R3P1 13	2x
R3P1 14	53,96 metros
R3P1 15	2x
R3P1 16	51,85 metros
R3P1 17	2x
R3P1 18	50,47 metros
R3P1 19	2x
R3P1 20	45,46 metros
R3P1 21	2x
R3P1 22	41,1 metros
R3P1 23	2x
R3P1 24	33,41 metros
R3P1 25	2x
R3P1 26	32,65 metros
R3P1 27	2x
R3P1 28	29,48 metros
R3P1 29	2x
R3P1 30	21,94 metros
R3P1 31	2 x
R3P1 32	17,84 metros
R3P1 33	2 x
R3P1 34	27,29 metros
R3P1 35	2 x
R3P1 36	24,04 metros
R3P1 37	4 x
R3P1 38	30,71 metros
R3P1 39	
R3P1 40	
R3P1 41	2 x
R3P1 42	32,09 metros
R3P1 43	2 x
R3P1 44	36,7 metros
R3P1 45	2 x
R3P1 46	35,7 metros
R3P1 47	2 x
R3P1 48	14,62 metros
R3P2 1	2 x
R3P2 2	11,73 metros
R3P2 3	2 x
R3P2 4	10,2 metros
R3P2 5	2 x
R3P2 6	11,37 metros
R3P2 7	2 x
R3P2 8	7,46 metros
R3P2 9	2 x
R3P2 10	4,55 metros
R3P2 11	2 x
R3P2 12	9,63 metros
R3P2 13	2 x
R3P2 14	7,08 metros
R3P2 15	2 x

R3P2 16	5,6 metros
R3P2 17	2 x
R3P2 18	7,59 metros
Total	2162,62 metros

Tabla 39: Distancia del cableado en la segunda planta.

Una vez tenemos la distancia total de todas y cada una de las plantas, procedemos a realizar el cálculo total del cableado horizontal en la siguiente tabla.

Planta baja	1146,04 metros
Primera planta	651,88 metros
Segunda planta	2162,62 metros
Total	3960,54 metros

Tabla 40: Distancia total de cableado horizontal.

1.2 Cableado vertical

Para calcular la distancia total en metros necesarios para el cableado vertical vamos a calcular la distancia necesaria desde cada distribuidor de planta hasta el distribuidor de edificio, localizado en la planta baja. En este caso estamos hablando de cable de fibra óptica multimodo.

Planta baja	2x 1 metro
Primera planta	2x 22,36 metros
Segunda planta	2x 32,23 metros
Total	111,18 metros

Tabla 41: Distancia total de cableado vertical.

2 LISTADO DE UNIDADES

En este capítulo vamos a listar todos y cada una de las unidades necesarias en la instalación de nuestro proyecto de cableado estructurado. En la siguiente tabla se mostraran tanto el elemento, como el modelo y el número de unidades que necesitamos.

Elemento	Modelo	Unidades
Rack	Openetics Smart Rack Plus	3
Switch capa 3	Extreme Networks Summit x670V-48t	1
Switch capa 2	Switch ZyXEL XGS3700-48HP	3 - 48 puertos 1 - 24 puertos
Puntos de acceso	Open Mesh OM5P-AN	2
Patch-panel de RJ45	Patch-Panel Panduit 48-Port DP6 10Gig	4
Patch-panel fibra óptica	Patch-Panel 24 LC multimode duplex	3
Equipo SAI	Sai Delta Amplon GAIA 3kVA	3
Ventilador de rack	EBM PAPST FAN TRAY	3
Alimentación para racks	TRIPP-LITE POWER STRIP	3
Metros de cable de cobre	Gigaset Cat6a F/FTP LSZH	3960,54 metros
Metros de fibra óptica	Corning OM3 10G 50/125 multimode	111,18 metros

Conectores RJ45 macho	Bel-Stewart SS-39200-011	320
Conectores RJ45 hembra	Bel-Stewart SS-39200-016	64
Conectores LC duplex	TE Connectivity LC	24
Módulo transceptor SFP	Cisco SFP-10G-SR	8
Cajas de usuario	Lanpro LP3317V2YY	64
Bandejas 250 x 100 mm	L.F.G, 3 metros	320 metros
Canaletas 75 x 75 mm	Marca Rs, 3 metros	64

Tabla 42: Listado de unidades.

PRESUPUESTO

1 PRESUPUESTO DETALLADO

En este capítulo vamos a exponer el presupuesto completo del proyecto de cableado estructurado detalladamente, diferenciando entre el sueldo de los trabajadores, el precio de los materiales y el precio de la certificación final.

Primero comenzaremos calculando el precio total de los materiales:

Descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
Rack: Openetics Smart Rack Plus	3	760 €	2280 €
Switch capa 3: Extreme Networks Summit x670V-48t	1	10.352,17 €	10.352,17 €
Switch capa 2: ZyXEL XGS3700- 24HP/48HP	3 - 48 puertos 1 - 24 puertos	1.592,70 € - 48p1.083,42 € - 24p	5.861,52 €
Puntos de acceso: Open Mesh OM5P-AN	2	120,70 €	241,4 €
Patch-panel de RJ45: Panduit 48-Port DP6 10Gig	4	494,99 €	1.979,96 €
Patch-panel fibra óptica: Patch-Panel 24 LC multimode duplex	3	79,21 €	237,63 €
Equipo SAI: Delta Amplon GAIA 3kVA	3	749 €	2.247 €
Ventilador de rack: EBM PAPST FAN TRAY	3	301,44 €	904,32 €
Alimentación para racks: TRIPP-LITE POWER STRIP	3	51,28 €	153,84 €
Cable de cobre: Giganet Cat6a F/FTP LSZH	13 bobinas de 305 metros	0,8 €/metro	3.172 €
Fibra óptica: Corning OM3 10G 50/125 multimode	1 bobina de 120 metros	1,52 €/metro	182,4 €
Conectores RJ45 macho: Bel-Stewart SS-39200-011	320	1,6 €	512 €
Conectores RJ45 hembra: Bel-Stewart SS-39200-016	128	5,68 €	727,04 €
Conectores LC: TE Connectivity LC	24	8,34 €	200,16 €
Cisco SFP-10G-SR	8	620,28 €	4.962,24
Cajas de usuario: Lanpro LP3317V2YY	64	1,32 €	84,48 €
Bandejas 250 x 100 mm: L.F.G, 3 metros	110	35 €	3.850 €
Canaletas 75 x 75 mm: Marca Rs, 3 metros	64	47 €	3.088 €
Total	41.036,16 €		

Tabla 43: Presupuesto de los materiales.

A continuación nos vamos a centrar en el precio de la certificación, que se va a dividir en varias partes:

Descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
Certificado cable FTP categoría 6a	128	3,98 €	509,44 €
Certificado fibra óptica multimodo	16	49 €	784 €
Servicio técnico de certificación. Incluye trabajo de 2 técnicos cualificados más el transporte al edificio	1	360 €	360 €
Total	1.653,44 €		

Tabla 44: Presupuesto de la certificación.

Seguidamente realizamos el presupuesto de los trabajadores, que se ven inmersos en la instalación del cableado estructurado.

Descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
Ingeniero	1	2.500 €	2.500 €
Mano de obra: Instaladores	3	900 €	2.700 €
Mano de obra: Albañilería	-	-	-
Total	5.200 €		

Tabla 45: Presupuesto de los trabajadores.

La mano de obra de albañilería, corre a cargo de la empresa, ya que como se trata de un edificio de nueva construcción. La misma empresa encargada de la construcción, se encargara de los arreglos necesarios.

Por último realizamos un presupuesto total donde incluimos todos los presupuestos realizados detalladamente:

Descripción	Precio
Materiales	38.975,54 €
Certificación	1.653,44 €
Trabajadores	5.200 €
Total	47.889,6 €

Tabla 46: Presupuesto total.

BIBLIOGRAFÍA

1 BIBLIOGRAFÍA

1. Comité técnico AEN/CTN 210. Norma Europea EN 50173-1:2011. Tecnología de la información, Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales. C/ Genoveva, 6, 28004 Madrid-España, 2011. Norma Europea EN 50173-1:2009 sustituye a Norma Europea EN 50173-1:2009.
2. Comité técnico AEN/CTN 210. Norma Española UNE-EN 50173-2:2009. Tecnología de la información, Sistemas de cableado genérico. Parte 2: Edificios de oficina. C/ Genoveva, 6, 28004 Madrid-España, 2009. Norma Europea UNE-EN 50173-2:2007 sustituye a Norma Europea UNE-EN 50173-2:2007.
3. EIA/TIA 568^a & 568B, Url: <http://www.utm.edu/staff/leeb/568/568.htm>, Accedido 15 marzo.
4. Wilkins, Sean. Designing for Cisco Internetwork Solutions (DESGN) Foundation Learning Guide:(CCDA DESGN 640-864). Pearson Education, 2011.
5. Aprende de redes, Url: <http://aprenderedes.com/2006/06/las-tres-capas-del-modelo-jerarquico-de-cisco/>, Accedido el día 3 de abril.
6. Oppenheimer, Priscilla. Top-down network design. Cisco Press, Tercera Edición, 2011.
7. Mailify, Url: <https://es.mailify.com/>, Accedido el día 7 de abril.
8. Postel, Jon, and Joyce Reynolds. "IETF RFC 959 File Transfer Protocol: FTP." (1985).
9. Digium, Url: <https://www.digium.com/products/software/g729-codec>, Accedido el día 10 de abril.
10. El switch para LAN, Url: <http://www.informaticamoderna.com/Switch.htm>, Accedido el día 5 de mayo.
11. El Acces point, Url: http://www.informaticamoderna.com/Acces_point.htm, Accedido el día 15 de mayo.
12. Comité técnico AEN/CTN 157. Norma Española UNE-EN 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos. C/ Genoveva, 6, 28004 Madrid-España, 2009.
13. Autor: COIT y AEIT. Título: El proyecto telemático, Sistemas de Cableado Estructurado (SCE) y Proyectos de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT), 1^a edición, 2001.

ANEXO A

1 EJEMPLO DE ACTA DE REUNIONES



Acta de reuniones

Primera reunión

Con fecha 1 de septiembre de 2014 a las 12:00 horas y con localización en la escuela superior de ingeniería de Cádiz, situada en el campus de Puerto Real. Se han reunido el director del proyecto: Francisco Javier Caravaca Ferrer, y el director de la empresa GoVe: Fernando Perez Peña, para abordar los temas relacionados con el proyecto de cableado estructurado que concierne al edificio C.O.W.

Temas tratados:

1. Necesidades de la empresa:

El director de la empresa expresa su deseo de un sistema de cableado estructurado para su nuevo edificio. Solicita un red de area local que sea robusta y fiable, para evitar problemas a la hora de establecer las comunicaciones.

Se comunica que las aplicaciones que se van a utilizar en las nuevas oficinas de la empresa son: navegación web, correo electrónico, transferencia de archivos y voz-ip. En la empresa habra un total de 60 trabajadores y 62 puestos de trabajo.

Estos dos puestos de más estarán situados en una sala de actos y una sala de juntas. Para estas salas queda solicitado conexión inalámbrica para que puedan acceder a la red personas ajenas a la empresa.

2. Infraestructura del edificio:

El director de la empresa comunica, que el edificio constará de cuatro plantas (sotano, planta baja, primera planta y segunda planta). Al ser edificio de nueva construcción estan abiertos a realizar obras que puedan mejorar el sistema de cableado estructurado.

Se informa que las plantas útiles contarán con con un falso techo.

Finalmente se acuerda una nueva entrevista para la fecha 3 de septiembre de 2015 a las 12:00 horas en la escuela superior de ingeniería de Cádiz, situada en el campus de Puerto Real.

Imagen 34: Ejemplo de acta de reuniones.

2 FICHA TÉCNICA DE LOS DISPOSITIVOS



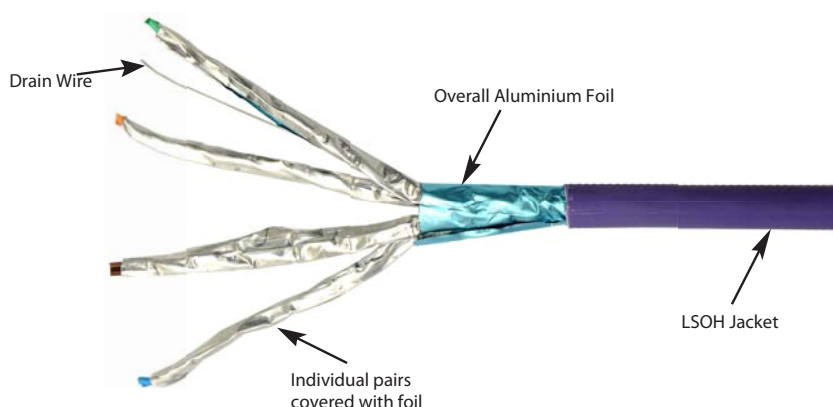
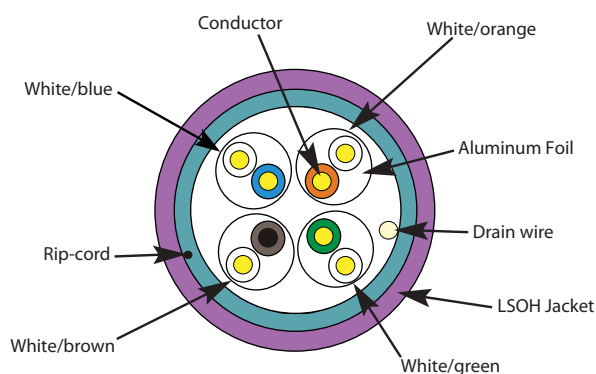
COPPER CATEGORY 6A F/FTP CABLING SYSTEM

Giganet Shielded Category 6A Foiled Twisted-Pair Cable

The Giganet Category 6A 500Mhz F/FTP LSOH cable has been designed and manufactured to exceed TIA/EIA 568-B 2.1, ISO /IEC 11801: 2002 and CENELEC performance requirements. The cable is ideal for 10 Gigabit networks.

The four pairs are individually wrapped with aluminum foil tape with an overall aluminum foil with drain wire to provide immunity from Alien Crosstalk (electromagnetic noise that can occur from one pair to an adjoining cable) and external EMI.

The Cat 6A system supports emerging and convergence applications, performance and ease of termination.



CABLE CHARACTERISTICS

F/FTP LSOH Flame Resistant

0.57mm / 23 AWG solid Plain Copper

All pairs shielded with Aluminum foil

Overall Aluminum Foil

PRODUCT INFORMATION

Part Number

Product Description

GN-C6A-F/FTP-LSOH

Giganet Category 6A Solid F/FTP LSOH Cable - 305m drum

GIGANET
25 Year
System Warranty





COPPER CATEGORY 6A F/FTP CABLING SYSTEM

Giganet Shielded Category 6A Foiled Twisted-Pair Cable

APPLICATION

1000 Base-T Gigabit Ethernet
10G Base-T 10 Gigabit Ethernet
ATM
IEEE 802.3af/at POE+
Applications up to 500Mhz

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

DC Resistance	<9.38 Ω /100m
DC Resistance Unbalanced	5%
Mutual Capacitance	5.6 nF/100m
Capacitance Unbalanced	<330 pF/100m

PERFORMANCE / SPECIFICATION TABLE

Frequency (MHz)	Return Loss ≥ dB	Attenuation ≥ dB/100m	NEXT ≥ dB/100m	ELFEXT ≥ dB /100m	PS NEXT ≥ dB/100m	PS ELFEXT ≥ dB /100m	Phase Delay (ns/100)
1	20.0	2.1	74.3	67.8	72.3	64.8	570
4.0	23.0	3.8	65.3	55.8	63.3	52.8	552
8.0	24.5	5.3	60.8	49.7	48.8	46.7	546.7
10.0	25.0	5.9	59.3	47.8	57.3	44.8	545.4
16.0	25.0	7.5	56.2	43.7	54.2	40.7	543
20.0	25.0	8.4	54.8	41.8	52.8	38.8	542.1
25.0	24.3	9.4	53.3	39.8	41.3	36.8	541.2
31.25	23.6	10.5	51.9	37.9	49.9	34.9	540.4
62.5	21.5	15	47.4	31.9	45.4	28.9	538.6
100	20.1	19.1	44.3	27.8	42.3	24.8	537.6
200	18.0	27.6	39.8	21.8	37.8	18.8	536.5
250	17.3	31.1	38.3	19.8	36.3	16.8	536.3
300	16.8	34.3	37.1	18.3	35.1	15.3	536.1
500	15.2	45.3	33.8	13.8	31.8	10.8	535.6

Nominal velocity of propagation (NVP 69%)

STANDARDS

ANSI/TIA/EIA 568-B-2-10
ISO/IEC 11801: 2002
EC VERIFIED

System Warranty:

The Giganet System Warranty provides the end user an exclusive 25 year warranty when installed by a Giganet Certified Installer providing 100% coverage on non consumable products, application assurance and labour covering both link and channel using Giganet cable and connectivity. The warranty requested will depend on the class of cabling based on compliance to Industry standards using an approved performance tester.

The warranty can be applied online at http://www.giga-net.co.uk/warranty_form.html by an accredited Giganet Partner who has installed the end-to-end Infrastructure solution.

FREEDM® One Tight-Buffered Cable, Riser

6 F, 50 µm multimode (OM3)

CORNING

Corning Cable Systems FREEDM® One Cables are flame-retardant, UV-resistant, indoor/outdoor cables designed for aerial, duct and direct-buried applications with no need for a transition splice when entering the building. The tight-buffered construction facilitates easier termination for low-fiber-count applications in the local area network (LAN) and eliminates need for fan-out kits. The design features TIA-598 color-coded 900 µm TBII® Buffered Fibers for easy identification, consistent stripping and direct termination. The small diameter and bend radius of the cable allow for easy installation in space-constrained areas while the innovative waterblocking technology is ideal for OSP applications. The all-dielectric cable construction requires no grounding or bonding and the UV-resistant, flame-retardant jacket is rugged, durable and easy to strip.

This cable is available in 12 different jacket colors - blue, orange, green, brown, slate, white, red, black, yellow, purple, rose and aqua. The colored jacket allows for easy visual identification of the cables while still providing all of the required environmental protection of an indoor/outdoor cable jacket. Black is the standard jacket color using the standard part numbers shown here. Contact Customer Care at 1-800-743-2675 to order other color options.

Features and Benefits

Waterblocking technology

OSP (outdoor) applications

Small diameter and bend-radius

Easy installation in space-constrained areas

Color-coded fibers

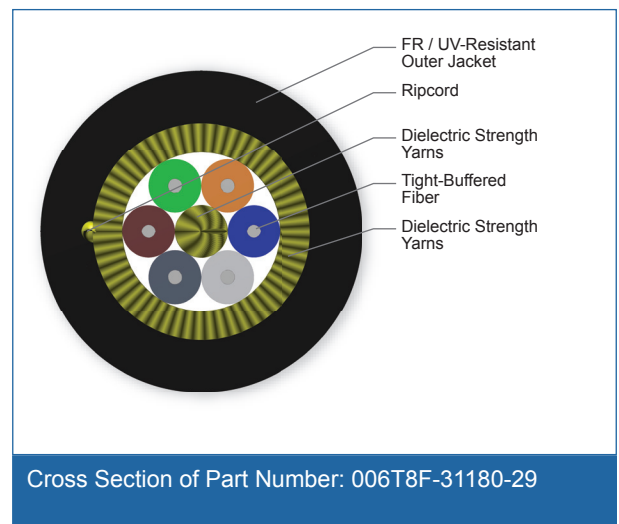
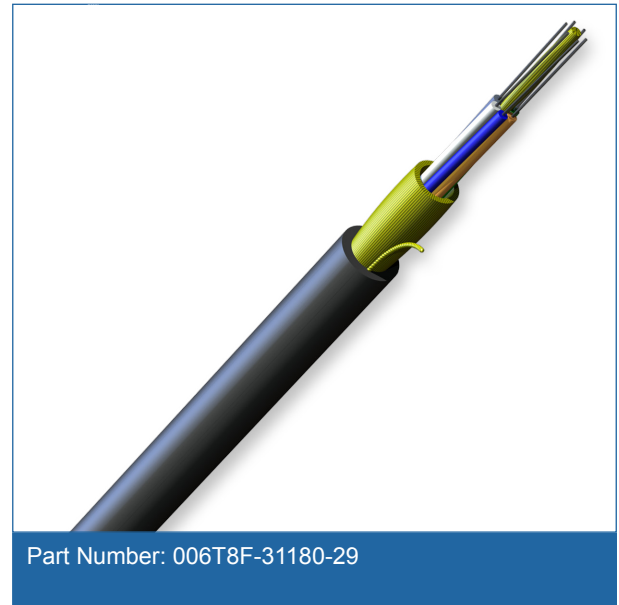
Quick and easy identification

All-dielectric construction

Requires no grounding or bonding

UV-resistant, flame-retardant jacket

Rugged, durable and easy to strip



Standards

Approval and Listings

National Electrical Code®
(NEC®) OFNR, FT-4

Design and Test Criteria

ICEA S-104-696

CORNING

FREEDM® One Tight-Buffered Cable, Riser

6 F, 50 µm multimode (OM3)

CORNING

Specifications

General Specifications

Environment	Indoor/Outdoor Cables
Application	Aerial, Direct Buried, Duct, General Purpose Horizontal, (Vertical Riser)
Cable Type	Tight-Buffered
Product Type	Dielectric
Flame Rating	Riser (OFNR)
Fiber Category	50 µm MM (OM3)

Temperature Range

Storage	-40 °C to 70 °C (-40 °F to 158 °F)
Installation	-10 °C to 60 °C (14 °F to 140 °F)
Operation	-40 °C to 70 °C (-40 °F to 158 °F)

Cable Design

Central Element	Dielectric
Fiber Count	6
Tight Buffer Color	Blue, Orange, Green, Brown, Slate, White
Tensile Strength Elements and/or Armoring - Layer 1	Water-swellable strength members
Number of Ripcords	1
Outer Jacket Material	Flame-Retardant, UV-Resistant
Outer Jacket Color	Black

Mechanical Characteristics Cable

Weight	26 kg/km (18 lb/1000 ft)
Nominal Outer Diameter	5.5 mm (.22 in)
Min. Bend Radius Installation	83 mm (3.2 in)
Min. Bend Radius Operation	28 mm (1.1 in)
Max. Tensile Strengths, Short-Term	675 N (150 lbf)
Max. Tensile Strengths, Long-Term	200 N (45 lbf)

CORNING

FREEDM® One Tight-Buffered Cable, Riser

6 F, 50 µm multimode (OM3)

CORNING

Chemical Characteristics

RoHS	Free of hazardous substances according to RoHS 2002/95/EG
------	---

Fiber Specifications

Optical Characteristics (cabled)

Fiber Type	Multimode
Fiber Core Diameter	50 µm
Fiber Category	OM3
Fiber Code	T
Performance Option Code	80
Wavelengths	850 nm / 1300 nm
Maximum Attenuation	2.8 dB/km / 1 dB/km
Min. Overfilled Launch (OFL) Bandwidth	1500 MHz*km / 500 MHz*km
Minimum Effective Modal Bandwidth (EMB)	2000 MHz*km / -
Serial 1 Gigabit Ethernet	1000 m / 600 m
Serial 10 Gigabit Ethernet	300 m / -
Induced Attenuation @ 7.5 mm Radius	< 30 dB up to 80 dB

* Meets 0.75 ns optical skew when used in all Corning Cable Systems Plug & Play™/Pretium EDGE® Systems Solutions.

Notes: 1) 50 µm multimode fiber macrobend loss ≤ 0.2 dB at 850 nm for two turns around 7.5 mm radius mandrel.
2) Improved attenuation and bandwidth options available.
3) Bend-insensitive single-mode fibers available on request.
4) Contact a Corning Cable Systems Customer Care Representative for additional information.

Ordering Information

Part Number	006T8F-31180-29
Product Description	FREEDM® One Tight-Buffered Cable, Riser, 6 F, 50 µm multimode (OM3)



Corning Cable Systems LLC • PO Box 489 • Hickory, NC 28603-0489 USA

800-743-2675 • FAX: 828-325-5060 • International: +1-828-901-5000 • www.corning.com/cablesystems

A complete listing of the trademarks of Corning Cable Systems is available at www.corning.com/cablesystems/trademarks.
Corning Cable Systems is ISO 9001 certified. © 2012 Corning Cable Systems. All rights reserved.

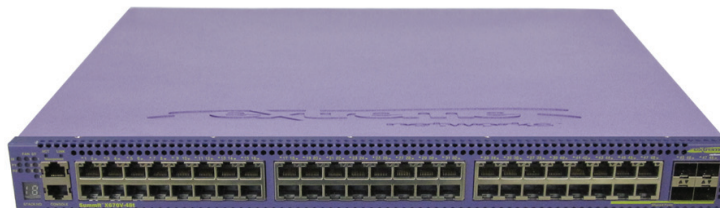
CORNING

Summit x670V-48t

48 PORT 10 GBE COPPER SWITCH WITH OPTIONAL 40 GBE UPLINK

HIGHLIGHTS

The Summit X670V-48t switches are purpose-built top-of-rack switches designed to support emerging 10 Gigabit Ethernet enabled servers in enterprise and cloud data centers. Summit X670 helps optimize new server deployments with its optional, future-proofing 40 GbE uplink support while providing seamless support from existing Gigabit Ethernet-based servers to 10 GbE-based high-performance servers to start the transition to the new virtualized environment.



Overview

The Summit® X670V-48t provides high density for 10 Gigabit Ethernet switching in a small 1RU form factor. These switches support up to 64 10GbE ports in one system and 448 10GbE ports in a stacked system using high-speed SummitStack-V160, which provides 160 Gbps throughput and distributed forwarding. And, additionally, these switches support up to 384 10GbE ports of 10GbE in a stacked system using high-speed SummitStack-V320, which provides 320 Gbps throughput and distributed forwarding.

With its versatile design, the Summit X670 provides high density Layer 2/3 switching with low latency cut-through switching, and IPv4 and IPv6 unicast and multicast routing to enable enterprise aggregation and core backbone deployment in AC-powered and DC-powered environments.

Summit X670 series simplifies network operation with the ExtremeXOS® modular operating system (OS), which is used amongst all Extreme Networks® Summit® and BlackDiamond® Ethernet switches. The high availability ExtremeXOS operating system provides simplicity and ease of operation through the use of one OS everywhere in the network.

10 Gigabit Ethernet Switching

The Summit X670 model offers 48-port 10 Gigabit Ethernet non-blocking switching with 10GBASE-T interfaces. Summit X670 is capable of Layer 2 and Layer 3 forwarding at up to 714 million packets per second forwarding rate in a small 1RU form factor, enabling next-generation high-performance server deployment in data centers. And the X670 supports SummitStack-V high-speed, longer distance stacking over the 10GbE ports.

SummitStack-V-Flexible Stacking Over 10 Gigabit Ethernet

SummitStack-V capability utilizes 10 GbE ports as stacking ports, enabling the use of standard cabling and optics technologies used for 10GbE BASE-T RJ45 and BASE-X SFP+ available on the X670V-48t. SummitStack-V provides long-distance stacking connectivity of up to 40 km while reducing the cable complexity of

implementing a stacking solution. SummitStack-V enabled 10 GbE ports must be physically direct-connected. SummitStack-V is compatible with Summit X450e, X450a, X460, X480, X650 and X670 switches running the same version of ExtremeXOS.

40 Gigabit Ethernet Uplinks and High-Speed 160 Gbps Stacking

The Summit X670V-48t switch can support an additional four QSFP+ ports of 40 GbE with the optional VIM4-40G4X module. With this option, you can maximize the number of interfaces for servers up to 48 ports while using the dedicated four-port 40 GbE module for uplink connectivity. The optional VIM4-40G4X provides 160 Gbps aggregated bandwidth to the backbone. Each 40 Gigabit Ethernet port can be independently configured as 40 Gigabit Ethernet or 4 x 10 Gigabit Ethernet; thus with the VIM4-40G4X module, Summit X670V-48t can support up to 64 ports of 10 Gigabit Ethernet in a 1RU form factor and is capable of Layer 2 and Layer 3 forwarding at up to 952 million packets per second forwarding rate. This configuration provides 3:1 oversubscription from front ports (total 480 Gbps bandwidth) to uplink ports (total 160 Gbps bandwidth) and maximizes server port density.

Summit X670V-48t together with VIM4-40G4X provides high speed stacking options running at 160 Gbps or 320 Gbps through the SummitStack technology. SummitStack-V160 can be enabled on two 40 Gigabit Ethernet QSFP+ ports on the VIM4-40G4X, using half of the module's four ports as stacking interfaces. SummitStack-V320 can be enabled on all four 40 Gigabit Ethernet QSFP+ ports on the VIM4-40G4X, using all of the module's four ports as stacking interfaces. SummitStack-V320 on the X670 is compatible with SummitStack-V320 on Summit X480 and Summit X650 series switches. SummitStack-V160 on the X670 is compatible with SummitStack-V160 on Summit X480 and Summit X650 series switches and is also compatible with SummitStack-V80, which is available for Summit X460 and Summit X480 series switches.

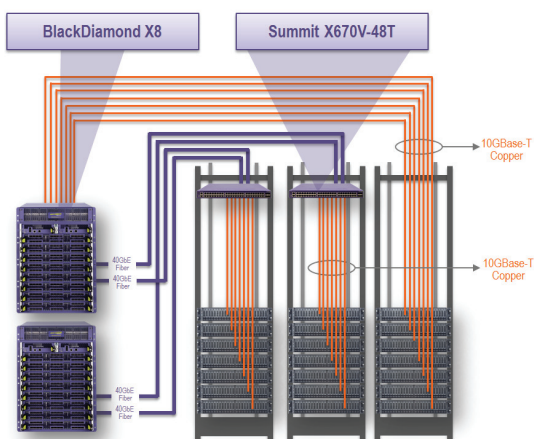


Figure 1: Summit X670V-48T and BlackDiamond X8 Switches providing 10 GbE Copper based server connections

Green Design

The Summit X670 series is designed to be environmentally green. System power consumption is very low at both high-load and idle situations through the power-efficient hardware design. The power supplies are also highly efficient, which minimizes the loss of power and unnecessary heat generated by the power supply. Summit X670 series switches can be used in AC or DC powered environments.

Supports Virtualized Data Centers

With the optional feature pack, Summit X670 switches can also support Direct Attach™ (VEPA), which eliminates the virtual switch layer, simplifying the network and improving performance. Direct Attach enables data center simplification by reducing network tiers from 4 or 5 tiers to just 3 or 2 tiers, depending on the size of the data center.

To further enhance data center operations, Summit X670 switches support XNV™ (ExtremeXOS Network Virtualization), which is natively supported in the ExtremeXOS operating system and is a licensable feature pack for Ridgeline™, a network and service management application, sold separately. XNV provides insight, control and automation for virtualized data centers.

Summit X670 switches also support Priority-based Flow Control (PFC, or IEEE 802.1Qbb), which allows network traffic to be controlled independently based on Class of Service. PFC allows network traffic that requires lossless throughput to be prioritized, while other traffic types that do not require or perform better without PFC can continue as normal.

Software Defined Networking (SDN)

ExtremeXOS implementations of OpenFlow APIs allow an external OpenFlow-based SDN controller to access and control the forwarding plane of ExtremeXOS network devices. ExtremeXOS-based switches offer a programming interface through OpenFlow to enable high degree of automation in provisioning network services for many upper layer business critical applications running the OpenFlow-based SDN controller.

Extreme XOS-based switches also allow for integration with the OpenStack open source cloud computing platform for public and private clouds through the Extreme Networks Quantum plugin. The plugin provides a scalable, automated, rich API-driven system that enables networking-as-a-service model managing data center interconnect solutions and large multi-tenant networks.

Audio Video Bridging (AVB)

ExtremeXOS supports IEEE Audio Video Bridging (AVB) standards to enable reliable real-time audio and video transmissions over Ethernet, for high-definition and time-sensitive multimedia streams with assigned Quality of Service (QoS). ExtremeXOS leverages AVB to identify and reserve

network resources for A/V traffic streams and supports synchronous streaming capabilities to ensure reliable and high-quality A/V transmissions over Ethernet. AVB also enables time sensitive multimedia streams to be sent over the Ethernet network with low latency and provides service quality for high definition information and entertainment applications.

DCB Support with Enterprise Core Class Scalability

The Summit X670 series supports Data Center Bridging features such as Priority Flow Control (PFC), Enhanced Transmission Selection (ETS) and Data Center Bridging eXchange (DCBX) for data center convergence. At the same time, the Summit X670 series offers more cost-effective 10 Gigabit Ethernet switches, for both small-sized core backbone and traditional three-tier network architectures. Summit X670 series can support 10 Gigabit Ethernet campus aggregation with its core class routing and switching scalability. The Summit X670 series can support up to 16,000 IPv6 longest prefix matching routing tables, 6,000 IP ARP entries and 3,000 IP multicast group entries.

One Operating System

Extreme Networks simplifies network operation by offering one common OS – ExtremeXOS – throughout the BlackDiamond and Summit switching portfolio. From 10/100 Mbps switching products such as Summit X150 and Summit X250e to the multi-10 gigabit core backbone BlackDiamond modular chassis switches, all switches can run the same version of the OS, which helps deploy, operate and maintain your entire network and reduce operating costs.

10 Gigabit Ethernet Copper

The Summit X670-48t switch supports 48 10GBase-T interfaces. 10GBASE-T supports simpler cabling infrastructure, industry-standard and commonly used unshielded twisted pair cable, and can support up to 100 meters with Category 6a or 55 meters with Category 6 or 5e cable. The 10GbE copper ports autonegotiate for 100Mbps, 1Gbps, or 10Gbps speeds.

10 Gigabit Ethernet SFP+

The Summit X670-48t switch supports 4 ports SFP+ optics on shared combination ports, which can support passive copper cable for up to 10 meters. The switches also support fiber-optical cable installation with SFP+ transceivers such as 10GBASE-SR, LR, LRM, and ER. Summit X670 SFP+ ports support dual interface speeds of Gigabit Ethernet and 10 GbE. SFP+ ports can accept both gigabit SFP and 10 gigabit SFP, and depending upon the pluggable optics you choose, SFP+ can work in both modes.

40 Gigabit Ethernet QSFP+

The Summit X670V model provides a VIM4 slot for the optional VIM4- 40G4X module. The VIM4-40G4X module supports four QSFP+ optics, and supports up to four ports of 40 GbE. 40 GbE QSFP+ ports can accept QSFP+ passive and active cables, as well as QSFP+ transceivers. Each 40 GbE port can be configured as a 40 GbE port or as four 10 GbE ports. The 10 GbE port mode can be supported by a 40GBASE-SR4 QSFP+ transceiver and fan-out optical cables, and is compatible with the 10GBASE-SR optical interface for distances up to 100 meters.

Low Power Consumption with Optimized Cooling Options

The Summit X670-48t switch consumes low power and provides optimized cooling options. Most servers installed in a standard 19-inch rack system flow air from front to back to maximize cooling performance. Compared to side-to-side air flow, front-to-back air flow provides more effective cooling throughout the rack system in the data center. The Summit X670 series has 2+1 hot swappable fan tray offering effective front-to-back air flow, or back-to-front air flow. Back-to-front air flow allows placement of 10 Gigabit Ethernet SFP+ ports in the back side of the rack and reduces distance between switches and servers for 10GBASE-CR SFP+ passive copper cable installations.

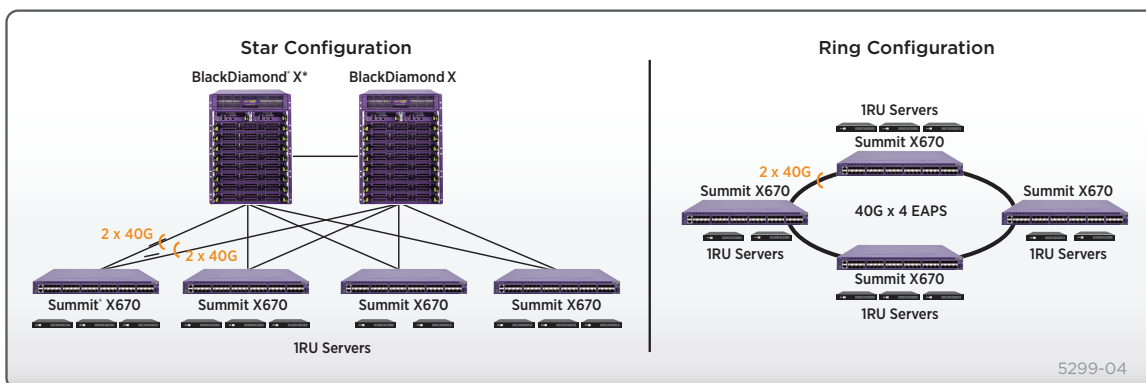


Figure 2: Summit X670 High Speed Uplink Option

Modular Operating System for Non-Stop Operation

Preemptive Multitasking and Protected Memory

Summit X670 series switches allow each of many applications—such as Open Shortest Path First (OSPF) and Spanning Tree Protocol (STP)—to run as separate OS processes that are protected from each other. This drives increased system integrity and inherently protects against DoS attacks.

Process Monitoring and Restart

ExtremeXOS increases network availability using process monitoring and restart. Each independent OS process is monitored in real time. If a process becomes unresponsive or stops running, it can be automatically restarted.

Loadable Software Modules

The modular design of the ExtremeXOS OS allows the upgrading of individual software modules, should this be necessary, leading to higher availability in the network.

Spanning Tree/Rapid Spanning Tree Protocols

Summit X670 supports Spanning Tree (802.1D), Per VLAN Spanning Tree (PVST+), Rapid Spanning Tree (802.1w) and Multiple Instances of Spanning Tree (802.1s) protocols for Layer 2 resiliency.

Software-Enhanced Availability

Software-enhanced availability allows users to remain connected to the network even if part of the network infrastructure is down. Summit X670 continuously checks for problems in the uplink connections using advanced Layer 3 protocols such as OSPF, VRRP and Extreme Standby Router Protocol™ (ESRP, supported in Layer 2 or Layer 3), and dynamically routes traffic around the problem.

Equal Cost Multipath

Equal Cost Multipath (ECMP) routing allows uplinks to be load balanced for performance and cost savings while also supporting redundant failover. If an uplink fails, traffic is automatically routed to the remaining uplinks and connectivity is maintained.

Link Aggregation (802.3ad)

Link aggregation allows trunking of up to eight links on a single logical connection, for up to 80 Gbps of redundant bandwidth per logical connection.

Multi-Switch LAG (M-LAG)

M-LAG can address bandwidth limitations and improve network resiliency, in part by routing network traffic around bottlenecks, reducing the risks of a single point of failure, and allowing load balancing across multiple switches. Hardware Redundancy

Hardware Redundancy

Summit X670 series switches support a dual redundant AC/DC power supply to provide high availability. The power supply can be hot-swapped and replaced should it fail. Summit X670 also supports N+1 redundant hot-swappable fan trays.

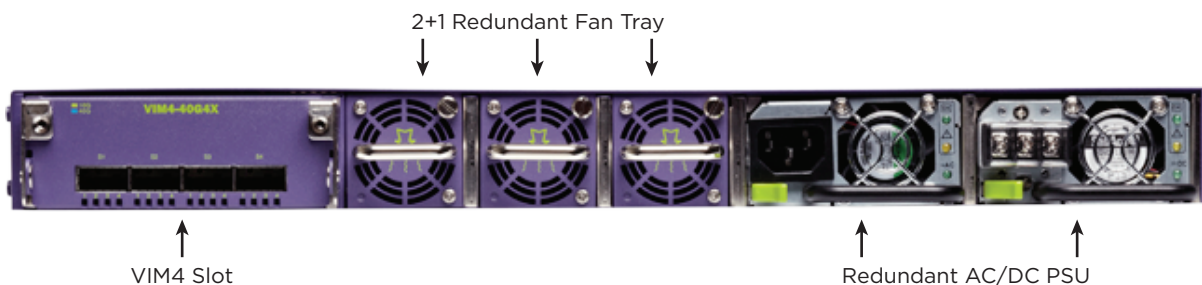
Robust IP and MAC Security Framework

Media Access Control (MAC) Lockdown

MAC security allows the lockdown of a port to a given MAC address and limiting the number of MAC addresses on a port. This capability can be used to dedicate ports to specific hosts or devices such as VoIP phones or printers and avoid abuse of the port—a capability that can be especially useful in environments such as hotels. In addition, an aging timer can be configured for the MAC lockdown, protecting the network from the effects of attacks using (often rapidly) changing MAC addresses.

IP Security

ExtremeXOS IP security framework helps protect the network infrastructure, network services such as DHCP and DNS and host computers from spoofing and man-in-the-middle attacks. It also protects the network from statically configured and/or spoofed IP addresses and builds an external trusted database of MAC/IP/port bindings providing the traffic's source from a specific address for immediate defense.



Identity Management

Identity Manager allows network managers to track users who access their network. User identity is captured based on NetLogin authentication, LLDP discovery and Kerberos snooping. ExtremeXOS uses the information to then report on the MAC, VLAN, computer hostname, and port location of the user. Further, Identity Manager can create both roles and policies, and then bind them together to create role-based profiles based on organizational structure or other logical groupings, and apply them across multiple users to allow appropriate access to network resources. In addition, support for Wide Key ACLs further improves security by going beyond the typical source/destination and MAC address as identification criteria access mechanism to provide filtering capabilities.

Threat Detection and Response

CLEAR-Flow Security Rules Engine

CLEAR-Flow Security Rules Engine provides first-order threat detection and mitigation, and mirrors traffic to security appliances for further analysis of suspicious traffic in the network.

sFlow

Summit X670 series supports hardware-based sFlow® sampling that provides the ability to sample application-level traffic flows on all interfaces simultaneously.

Port Mirroring

To allow threat detection and prevention, Summit X670 supports many-to-one and one-to-many port mirroring. This allows the mirroring of traffic to an external network appliance such as an intrusion detection device for trend analysis or for utilization by a network administrator for diagnostic purposes. Port mirroring can also be enabled across switches in a stack.

Line-Rate Ingress and Egress ACLs

ACLs are one of the most powerful components used in controlling network resource utilization as well as in protecting the network. Summit X670 series supports up to 2,048 ingress

ACLs and 1,024 egress ACLs per system based on Layer 2-, 3- or 4-header information such as the MAC or IP source/destination address. ACLs are used for filtering the traffic, as well as classifying the traffic flow to control bandwidth, priority, mirroring, and policy-based routing/switching.

Supported Protocols and Standards

A list of supported protocols and standards is available on the Extreme Networks website at:
<http://www.extremenetworks.com/go/xos>

Denial of Service Protection

Summit X670 series effectively handles Denial of Service (DoS) attacks. If the switch detects an unusually large number of packets in the CPU input queue, it assembles ACLs that automatically stop these packets from reaching the CPU. After a period of time these ACLs are removed, and reinstalled if the attack continues. ASIC-based LPM routing eliminates the need for control plane software to learn new flows, allowing more network resilience against DoS attacks.

Secure and Comprehensive Network Management

As the network becomes a foundation of the enterprise application, network management becomes an important piece of the solution. Summit X670 supports comprehensive network management through Command Line Interface (CLI), SNMP v1, v2c, v3, and ExtremeXOS ScreenPlay™ embedded XML-based Web user interface. With a variety of management options and consistency across other Extreme Networks modular and stackable switches, Summit X670 series switches provide ease of management for demanding converged applications. Extreme Networks has developed tools that simplify and help in efficiently managing your network. Ridgeline network and service management provides fault, configuration, accounting, performance and security functions, allowing more effective management of Extreme Networks products, solutions and third-party devices in a converged network.

Technical Specifications

Summit X670-48t Switch

GENERAL SPECIFICATIONS	
QUALITY OF SERVICE AND POLICIES	
1280 Gbps switch bandwidth, 952 Mpps forwarding rate	
9216 Byte maximum packet size (Jumbo Frame)	
Store-and-Forward and Cut-Through switching support	
< 3.3 micro second latency (64-byte packet) for -48t copper models	
128 load sharing trunks, up to 8 members per trunk	
4,094 VLANs (Port, Protocol, IEEE 802.1Q)	
2,048 ingress and 1,024 egress ACL rules per switch	
FORWARDING TABLES	
Layer 2/MAC Addresses: 128K	
IPv4 Host Addresses: 16K	
IPv4 LPM Entries: 16K	
IPv6 Host Addresses: 8K	
IPv6 LPM Entries: 8K	
CPU, MEMORY	
64-bit MIPS Processor, 1GHz clock	
1GB ECC SDRAM	
1GB Compact Flash	
QOS, RATE LIMITING	
2,048 ingress rules and 512 ingress meters	
Ingress and egress bandwidth policing/rate limiting per flow/ACL	
8 QoS egress queues/port	
1,024 egress rules and 512 egress meter	
Egress bandwidth rate shaping per egress queue and per port	
Rate Limiting Granularity: 8 Kbps - 1Mbps	
LED INDICATORS	
Per port status LED including power status	
System Status LEDs: management, fan and power	
Motion Detection LED	
TOTAL EXTERNAL PORTS WITH VIM-4-40G4X POPULATED	
44 port 10GASE-T RJ-45 (100M/1G/10G tri speed) plus additional 4 combo ports of 10GBASE-T RJ-45 (1G/10G dual speed) shared with 10GBASE-X SFP+ (1G/10G dual speed)	
4 port 40GBASE-X QSFP+ (10G/40G dual speed)	
One RJ-45 RS-232c Serial port (control port)	
One 10/100/1000BASE-T out-of-band management port	
POWER SUPPLY SUPPORT	
Summit 550W AC PSU	
Summit 550W DC PSU	
PHYSICAL SPECIFICATIONS	
SUMMIT X670	
Height: 1.73 Inches/4.4 cm	
Width: 17.4 Inches/44.1 cm	
Depth: 20.4 Inches/51.9 cm	
Weight: 17.0 lbs/7.7 kg (Summit X670V-48t; w/o PSU or VIM4-40G4X)	
VIM4-40G4X	
Height: 1.6 Inches/4.1 cm	
Width: 4.1 Inches/10.3 cm	
Depth: 6.5 Inches/16.6 cm	
Weight: 0.99 lbs/0.45 kg	

PHYSICAL SPECIFICATIONS (CONTINUED)	
SUMMIT X670 FAN MODULE	
Height: 1.65 Inches/4.2 cm	
Width: 1.65 Inches/4.2 cm	
Depth: 3.98 Inches/10.1 cm	
Weight: 0.357 lbs/0.162 kg	
OPERATING SPECIFICATIONS	
Operating Temperature Range: 0° C to 45° C (32° F to 113° F)	
Operating Humidity: 10% to 95% relative humidity, non-condensing	
Operating Altitude: 0-3,000 meters (9,850 feet)	
Operational Shock (Half Sine): 30 m/s ² (3 g), 11ms, 60 Shocks	
Operational Random Vibration: 3-500 MHz @ 1.5g rms	
STORAGE & TRANSPORTATION CONDITIONS (PACKAGED)	
Transportation Temperature: -40° C to 70° C (-40° F to 158° F)	
Storage and Transportation Humidity: 10% to 95% RH, non-condensing	
Packaged Shock (Half Sine): 180 m/s ² (18 g), 6ms, 600 shocks	
Packaged Sine Vibration: 5-62 Hz @ Velocity 5mm/s, 62-500 Hz @ 0.2G	
Packaged Random Vibration: 5-20 Hz @ 1.0 ASD w/-3dB/oct. from 20-200 Hz	
14 drops min on sides & corners @ 42" (<15 kg box)	
ACOUSTIC NOISE	
Summit X670V-48t (FB): 56.6 dB(A) - 68.8dB(A)	
REGULATORY/SAFETY	
NORTH AMERICAN SAFETY OF ITE	
UL 60950-1 1st Ed., Listed Device (U.S.)	
CSA 22.2#60950-1-03 1st Ed. (Canada)	
Complies with FCC 21CFR 1040.10 (U.S. Laser Safety)	
CDRH Letter of Approval (U.S. FDA Approval)	
EUROPEAN SAFETY OF ITE	
EN60950-1:2006	
EN 60825-1+A2:2001 (Lasers Safety)	
TUV-R GS Mark by German Notified Body	
2006/95/EC Low Voltage Directive	
INTERNATIONAL SAFETY OF ITE	
CB Report & Certificate per IEC 60950-1:2006 + National Differences	
AS/NZS 60950-1 (Australia/New Zealand)	
EMI/EMC STANDARDS	
NORTH AMERICA EMC FOR ITE	
FCC CFR 47 part 15 Class A (U.S.A.)	
ICES-003 Class A (Canada)	
EUROPEAN EMC STANDARDS	
EN 55022:2006 Class A	
EN 55024:A2-2003 Class A includes IEC 61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 11	
EN 61000-3-2-8-2006 (Harmonics)	
EN 61000-3-3 1995+A2:2005 (Flicker)	
ETSI EN 300 386 v1.3.3, 2005-04 (EMC Telecommunications)	
2004/108/EC EMC Directive	

Technical Specifications (Cont.)

EMI/EMC STANDARDS (CONTINUED)
International EMC Certifications
CISPR 22: 2006 Ed 5.2, Class A (International Emissions)
CISPR 24:A2:2003 Class A (International Immunity)
EC/EN 61000-4-2:2001 Electrostatic Discharge, 8kV Contact, 15 kV Air, Criteria A
EC/EN 61000-4-3:2006 Radiated Immunity 10V/m, Criteria A
EC/EN 61000-4-4:2005 Transient Burst, 1 kV, Criteria A
IEC/EN 61000-4-5:2005 Surge, 2 kV L-L, 2 kV L-G, Level 3, Criteria A
IEC/EN 61000-4-6:2005 Conducted Immunity, 0.15-80 MHz, 10V/m unmod. RMS, Criteria A
EC/EN 61000-4-11:2004 Power Dips & Interruptions, >30%, 25 periods, Criteria C
COUNTRY SPECIFIC
VCCI Class A (Japan Emissions)
ACMA (C-Tick) (Australia Emissions)
CCC Mark
KCC Mark EMC Approval (Korea)
TELECOM STANDARDS
EN/ETSI 300 386:2001 (EMC Telecommunications)
EN/ETSI 300 019 (Environmental for Telecommunications)
MEF9 and MEF14 certified for EPL, EVPL and ELAN
NEBS Level 3 compliant to portions of GR-1089 Issue 4 & GR-63 Issue 3 as defined in SR3580 with exception to filter requirement
IEEE 802.3 MEDIA ACCESS STANDARDS
IEEE 802.3ab 1000BASE-T
IEEE 802.3z 1000BASE-X
IEEE 802.3ae 10GBASE-X
IEEE 802.3ba 40GBASE-X
ENVIRONMENTAL STANDARDS
EN/ETSI 300 019-2-1 v2.1.2 (2000-09) - Class 1.2 Storage
EN/ETSI 300 019-2-2 v2.1.2 (1999-09) - Class 2.3 Transportation
EN/ETSI 300 019-2-3 v2.1.2 (2003-04) - Class 3.1e Operational
EN/ETSI 300 753 (1997-10) - Acoustic Noise
ASTM D3580 Random Vibration Unpackaged 1.5G
WARRANTY
Ltd. 1-year on Hardware
90-days on Software
For warranty details, visit www.extremenetworks.com/go/warranty

Power

Measured power consumption with direct attach passive copper cables.

	PSU TYPE	100% TRAFFIC
Summit X670V-48t	AC	323W
	DC	336W
Summit X670V-48t with VIM4-40G4X	AC	365W
	DC	365W

SUMMIT 550W AC PSU

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Height: 1.5 inches (3.8 cm)

Width: 3.1 inches (7.8 cm)

Depth: 13.3 Inches (33.8 cm)

Weight 3.64 lb (1.65 kg)

POWER SPECIFICATIONS

Voltage input range 90 to 264 V

Nominal input ratings 100 to 240 V, 50 to 60 Hz, 8 A

Nominal input current at full loads

- 8 A @ 90 V (low-line)
- 4 A @ 230 V (high-line)

Line frequency range 47 to 63 Hz

Maximum inrush current 15 A

Output 12 V, 45 A max, 540 Watts 3 V, 3 A max, 10 Watts

Maximum continuous DC output shall not exceed 550 Watts

Power supply input socket IEC 320 C14

Power cord input plug IEC 320 C13

Power supply cord gauge 18 AWG (0.75 mm²) up to 6 feet or 2 meters or 16 AWG (1.0 mm²) over 6 feet

SUMMIT 550W DC PSU

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Height: 1.5 inches (3.8 cm)

Width: 3.1 inches (7.8 cm)

Depth: 13.3 Inches (33.8 cm)

Weight 3.22 lb (1.46 kg)

POWER SPECIFICATIONS

Nominal Input -48 to -60 VDC, 18 A

DC Voltage Input Range -35 to -75 V

Inrush Current 25A peak

Minimum wire size 14 AWG (1.5 mm²) copper stranded

DC Output 12 V , 37 A/3.3 V, 3 A

DC Output Power (W) 550 W

Ordering Information

PART NUMBER	DESCRIPTION
17201	Summit X670V-48t-FB-AC 48 10GBASE-T, 4 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 2 Front-to-Back 550W AC power supplies, Front-to-Back airflow fans
17202	Summit X670V-48t-BF-AC 48 10GBASE-T, 4 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 2 Back-to-Front 550W AC power supplies, Back-to-Front airflow fans
17203	Summit X670V-48t-FB-DC 48 10GBASE-T, 4 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 2 Front-to-Back 550W DC power supplies, Front-to-Back airflow fans
17204	Summit X670V-48t-BF-DC 48 10GBASE-T, 4 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 2 Back-to-Front 550W DC power supplies, Back-to-Front airflow fans
17205	Summit X670V-48t-FB-MIX 48 10GBASE-T, 48 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 1 Front-to-Back 550W AC power supply, 1 Front-to-Back 550W DC power supply, Front-to-Back airflow fans Front-to-Back airflow fans
17206	Summit X670V-48t-BF-MIX 48 10GBASE-T, 4 10GBASE-X (unpopulated and shared with 4 ports of the 48 10GBASE-T ports), one VIM4 slot (unpopulated), ExtremeXOS Advanced Edge License, 1 Back-to-Front 550W AC power supply, 1 Back-to-Front 550W DC power supply, Back-to-Front airflow fans 550W DC power supply, Front-to-Back airflow fans Front-to-Back airflow fans
17131	Summit X670 Series Core License
17133	Summit X670 MPLS Feature Pack
11011	Direct Attach Feature Pack
17134	ExtremeXOS SDN - OpenFlow Feature Pack for Summit X670 series switches
17135	ExtremeXOS Audio Video Bridging Feature Pack for Summit X670 series switches
17122	VIM4-40G4X, 4 40GBASE-X QSFP+ ports module for Summit X670V
10925	550W AC Power Supply module for Summit switches, Front-to-Back airflow
10926	550W DC Power Supply module for Summit switches, Front-to-Back airflow
10927	550W AC Power Supply module for Summit switches, Back-to-Front airflow
10928	550W DC Power Supply module for Summit switches, Back-to-Front airflow
17111	Fan module for Summit X670 series switches, Front-to-Back airflow, spare
17112	Fan module for Summit X670 series switches, Back-to-Front airflow, spare
10051	1000BASE-SX SFP, LC Connector
10052	1000BASE-LX SFP, LC Connector
10053	1000BASE-ZX SFP, Extra Long Distance SMF 70 km/21 dB Budget, LC Connector
10064	1000BASE-LX100 SFP, Extra Long Distance SMF 100 km/30dB Budget, LC Connector
10301	10GBASE-SR SFP+, 850nm, LC Connector, transmission length of up to 300m on MMF
10302	10GBASE-LR SFP+, 1310nm, LC Connector, transmission length of up to 10km on SMF
10309	10GBASE-ER SFP+, 1550nm, LC Connector, transmission length of up to 40km on SMF
10304	10GBASE-CR SFP+ pre-terminated twin-ax copper cable with link lengths of 1m
10305	10GBASE-CR SFP+ pre-terminated twin-ax copper cable with link lengths of 3m
10306	10GBASE-CR SFP+ pre-terminated twin-ax copper cable with link lengths of 5m
10311	40 Gigabit Ethernet QSFP+ passive copper cable assembly, 0.5m length
10312	40 Gigabit Ethernet QSFP+ passive copper cable assembly, 1m length
10313	40 Gigabit Ethernet QSFP+ passive copper cable assembly, 3m length
10323	40 Gigabit Ethernet QSFP+ passive copper cable assembly, 5m length
10315	40 Gigabit Ethernet QSFP+ active optical cable assembly, 10m length

POWER CORDS

In support of the Extreme Networks Green initiatives, power cords can be ordered separately but need to be specified at the time order. Please refer to www.extremenetworks.com/product/powercords/ for details on power cord availability for this product..



<http://www.extremenetworks.com/contact> / Phone +1-408-579-2800

©2014 Extreme Networks, Inc. All rights reserved. Extreme Networks and the Extreme Networks logo are trademarks or registered trademarks of Extreme Networks, Inc. in the United States and/or other countries. All other names are the property of their respective owners. For additional information on Extreme Networks Trademarks please see <http://www.extremenetworks.com/company/legal/trademarks>. Specifications and product availability are subject to change without notice. 1899-0314



- Layer 2 Plus (Layer 3 Lite) feature set with static routing, policy-based routing, VRRP and ECMP support
- Four (4) 1GbE SPF or 10GbE SFP+ uplink flexibility
- 24 or 48 ports of Gigabit Ethernet desktop connectivity
- Provides up to 30 W per port with IEEE 802.3at PoE Plus compliance
- 1000 W or 460 W high PoE power budget
- Hot-swappable power supply and fan modules
- Internal redundant power supply design

XSG3700/ GS3700 Series 24/48-port GbE L2+ Switch

Non-stop Business Continuity for Critical Deployments

The ZyXEL XGS3700/GS3700 Series are advanced Layer 2 Plus (Layer 3 Lite) Gigabit managed switches perfect for data center access, SMB core/aggregation, and mission critical PoE applications. The Series comes in eight (8) configurations including 24- and 48-port configurations, PoE and non-PoE models, as well as 1GbE and 10GbE uplink options. The complete Series has an advanced feature set with static routing, policy-based routing, VRRP and ECMP support.

Benefits

Resiliency for non-stop business continuity

High redundancy hardware architecture:

- Internal redundant power supply
- Hot-swappable fan and power supply

Software (Layer 2 Plus/Layer 3 Lite):

- VRRP, ECMP
- STP, RSTP, MSTP, LACP

High power capacity for mission critical PoE applications

PoE features:

- IEEE 802.3at PoE Plus compliance
- 1000 W or 460 W high PoE power budget

Mission critical PoE deployments:

- IP surveillance (bank or casino)
- Uninterrupted VoIP
- High quality WLAN

Flexible and future-proof

Complete Layer 2 Plus portfolio:

- 24- and 48-port configurations
- PoE and non-PoE models
- 1GbE and 10GbE uplink options

Features:

- Static routing, policy-based routing
- IPv6 GUI, CLI, MIB



Specifications

XSG3700 / GS3700 Series 24/48-port GbE L2+ Switch

Model	XGS3700-24	XGS3700-24HP	XGS3700-48	XGS3700-48HP
Port Density				
100/1000 Mbps	24	-	48	-
100/1000 Mbps PoE	-	24	-	48
Gigabit SFP	-	-	-	-
10-Gigabit SFP+	4	4	4	4
Performance				
Switching capacity (Gbps)	128	128	176	176
Forwarding rate (Mpps)	95	95	131	131
Packet buffer (byte)	2M	2M	2M	2M
MAC address table	16K	16K	16K	16K
IP address table	512	512	512	512
Routing entries	512	512	512	512
Routing domains	128	128	128	128
Management				
IPv6 management	Yes	Yes	Yes	Yes
CLI/web GUI	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
iStacking (single IP management)	Yes	Yes	Yes	Yes
Out-of-bound management port	Yes	Yes	Yes	Yes
Routing/Redundancy				
Static IP routing	Yes	Yes	Yes	Yes
VRRP	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
Spanning tree (STP/MSTP/RSTP)	Yes	Yes	Yes	Yes
Quality of Service				
Priority queues	8	8	8	8
Data prioritization (SPQ/WRR/WFQ)	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes
Guest VLAN	Yes	Yes	Yes	Yes
IGMP snooping (v1/v2/v3)	Yes	Yes	Yes	Yes
MVR	Yes	Yes	Yes	Yes
Jumbo frame forwarding	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1p CoS	Yes	Yes	Yes	Yes
Security				
MAC freeze/intrusion lock	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1X authentication	Yes	Yes	Yes	Yes
TACACS+/RADIUS	Yes	Yes	Yes	Yes
ACL security filter (L2/L3/L4)	Yes	Yes	Yes	Yes
sFlow	Yes	Yes	Yes	Yes
CPU protection	Yes	Yes	Yes	Yes
Power				
Input	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz
Max. power consumption (watt)	44.5	600	66.9	600
Total PoE power budget (watt)	-	Single PSU 460 W Dual PSU 1000 W	-	Single PSU 460 W Dual PSU 1000 W
Removable power module	Yes	Yes	Yes	Yes
Green Features				
IEEE Energy Efficient Ethernet	Yes	Yes	Yes	Yes
Environmental Specifications				
Operating temperature	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F
Storage temperature	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F
Operating humidity	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)
Storage humidity	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)
Physical Specifications				
Dimensions (WxDxH) (mm/in.)	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm
Removable fan module	Yes	Yes	Yes	Yes
Other				
Accessory	RPS300, FAN500, RM400	RPS600-HP, FAN500, RM400	RPS300, FAN500, RM400	RPS600-HP, FAN500, RM400



Specifications

XSG3700/GS3700 Series 24/48-port GbE L2+ Switch

Model	GS3700-24	GS3700-24HP	GS3700-48	GS3700-48HP
Port Density				
100/1000 Mbps	24	-	48	-
100/1000 Mbps PoE	-	24	-	48
Gigabit SFP	4	4	4	4
10-Gigabit SFP+	-	-	-	-
Performance				
Switching capacity (Gbps)	56	56	104	104
Forwarding rate (Mpps)	42	42	77	77
Packet buffer (byte)	2M	2M	2M	2M
MAC address table	16K	16K	16K	16K
IP address table	512	512	512	512
Routing entries	512	512	512	512
Routing domains	128	128	128	128
Management				
IPv6 management	Yes	Yes	Yes	Yes
CLI/web GUI	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
iStacking (single IP management)	Yes	Yes	Yes	Yes
Out-of-bound management port	Yes	Yes	Yes	Yes
Routing/Redundancy				
Static IP routing	Yes	Yes	Yes	Yes
VRRP	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
Spanning tree (STP/MSTP/RSTP)	Yes	Yes	Yes	Yes
Quality of Service				
Priority queues	8	8	8	8
Data prioritization (SPQ/WRR/WFQ)	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes
Guest VLAN	Yes	Yes	Yes	Yes
IGMP snooping (v1/v2/v3)	Yes	Yes	Yes	Yes
MVR	Yes	Yes	Yes	Yes
Jumbo frame forwarding	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1p CoS	Yes	Yes	Yes	Yes
Security				
MAC freeze/intrusion lock	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1X authentication	Yes	Yes	Yes	Yes
TACACS+/RADIUS	Yes	Yes	Yes	Yes
ACL security filter (L2/L3/L4)	Yes	Yes	Yes	Yes
sFlow	Yes	Yes	Yes	Yes
CPU protection	Yes	Yes	Yes	Yes
Power				
Input	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz	100 - 240 V AC, 50/60 Hz
Max. power consumption (watt)	38.4	600	58.2	600
Total PoE power budget (watt)	-	Single PSU 460 W Dual PSU 1000 W	-	Single PSU 460 W Dual PSU 1000 W
Removable power module	Yes	Yes	Yes	Yes
Green Features				
IEEE Energy Efficient Ethernet	Yes	Yes	Yes	Yes
Environmental Specifications				
Operating temperature	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F	0°C to 50°C/32°F to 122°F
Storage temperature	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F	-40°C to 70°C/-40°F to 158°F
Operating humidity	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)	10% to 95% (non-condensing)
Storage humidity	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)	10% to 90% (Non-condensing)
Physical Specifications				
Dimensions (WxDxH) (mm/in.)	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm	440 x 436.8 x 40mm
Removable fan module	Yes	Yes	Yes	Yes
Other				
Accessory	RPS300, FAN500, RM400	RPS600-HP, FAN500, RM400	RPS300, FAN500, RM400	RPS600-HP, FAN500, RM400



XSG3700/GS3700 Series 24/48-port GbE L2+ Switch

Features

Standard Compliance

- IEEE 802.3 10Base-T Ethernet
- IEEE 802.3u 100Base-Tx Ethernet
- IEEE 802.3ab 1000Base-T Ethernet
- IEEE 802.3z 1000 Base-X
- IEEE 802.3aq 10G Base-X
- IEEE 802.3at PoE plus
- IEEE 802.3az EEE
- IEEE 802.3x Flow Control
- IEEE 802.3ad LACP Aggregation
- IEEE 802.3ah OAM
- IEEE 802.1ag CFM
- IEEE 802.1AB LLDP / LLDP-MED
- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP)
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)
- IEEE 802.1Q VLAN Tagging
- IEEE 802.1p Class of Service (CoS) Prioritization
- IEEE 802.1X Port Authentication

Resilience and Availability

- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP)
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)
- IEEE 802.3ad LACP (max # trunks/links per trunk): 12/eight on 24-port model or 24/eight on 48-port model
- VRRP
- Loop guard
- ErrDisable recovery
- MRSTP (ZyXEL proprietary)
- Dual configuration files
- Dual flash images
- Dual redundant power supply support
- Hot-swappable fan module

Traffic Control

- 802.1Q Static VLANs / dynamic VLANs: 1K/4K
- Port-based VLAN
- protocol-based VLAN
- Private VLAN
- IP subnet based VLAN
- VLAN trunking
- VLAN translation
- VLAN ingress filtering
- 802.1ad VLAN stacking (Q-in-Q)
- LACP algorithm of source/destination IP
- GVRP
- selected Q-in-Q
- L2PT

Security

- 802.1X
- Port Security
- MAC authentication
- Layer 2 MAC filtering
- Layer 3 IP filtering
- Layer 4 TCP/UDP socket filtering
- BPDU Transparency
- Static MAC forwarding
- Multiple RADIUS servers
- Multiple TACACS+ servers
- 802.1x VLAN and 802.1p assignment by RADIUS
- login authentication by RADIUS
- login authentication by TACACS+
- TACACS+ accounting
- RADIUS accounting
- Authorization on RADIUS
- Authorization on TACACS+
- Authorization on console
- SSH v1/v2
- SSL
- Intrusion Lock
- MAC Freeze
- DHCP snooping
- ARP Inspection
- ARP Freeze
- Static ARP
- Static IP/MAC binding
- Policy-based security filtering
- Port Isolation
- IP Source Guard

- Limit number of MAC per VLAN
- MAC Search
- Guest-VLAN
- ACL Packet Filtering (IPv4/IPv6)
- PPPoE + relay agent
- PPPoE option82
- PPPoE-IA
- CPU protection
- MAC pinning
- Interface related trap can be enable/disable by port

Quality of Service (QoS)

- No. of hardware queues per port: 8
- 802.1p Queuing method: SPQ/WRR/WFQ
- Storm Control (Broadcast, Multicast, Unknown Unicast storm control)
- Rate Limiting, port based (ingress/egress): */64kbps
- Rate Limiting, per IP/TCP/UDP per port
- Rate Limiting, policy based
- Policy-based Bandwidth control granularity
- Ingress CIR for bandwidth control
- 802.3x flow control
- Port-based egress Traffic Shaping CIR/PIR supported
- Policy based Prioritization
- TRTCM(Two rate three color marking)
- 802.1p Class of Service (SPQ, WFQ, SPQ/WFQ combination capable)
- DiffServ (DSCP)

Layer 2 Multicast

- L2 Multicast (group)
- IGMP Snooping (v1,v2,v3)
- IGMP Snooping Fast Leave
- Configurable IGMP snooping timer and priority
- IGMP Snooping Statistics
- IGMP Throttling



XSG3700/GS3700 Series 24/48-port GbE L2+ Switch

Device Management

- MVR support
- IGMP Filtering
- IGMP snooping Immediate Leave
- IGMP proxy mode & snooping mode selection
- IPv6 MLD snooping proxy

Routing

- Static Route
- Policy route
- IP port moving
- Multiple default route

Manageability

- SNMP v1,v2c, v3
- SNMP trap group
- RMON (1,2,3,9)
- ICMP echo/echo reply
- Syslog
- IEEE 802.3ah OAM (Link Discovery, Loopback)
- IEEE 802.1ag CFM
- IEEE 802.1AB LLDP
- IEEE 802.1AB LLDP-MED

IPv6 Management

- IPv6 over Ethernet (RFC 2464)
- IPv6 Addressing Architecture (RFC 4291)
- Dual stack (RFC4213)
- ICMPv6 (RFC4443)
- Path MTU (RFC 1981)
- Minimum Path MTU size of 1280 (RFC 5095)
- Encapsulation for Maximum PMTU of 1500
- Neighbor Discovery (RFC4861)
- DHCPv6 Relay

- iStacking
- Web Interface
- Management through console, telnet, SNMP
- Firmware upgrade by FTP
- Remote firmware upgrade by FTP/Web
- Configuration saving and retrieving
- Multiple login supported
- Configure Clone
- Multilevel CLI
- CLI (Cisco like)
- DHCP Servers
- DHCP relay per VLAN
- DHCP Client
- DHCP option 82
- DHCP option 82 profile
- Daylight Saving
- NTP
- Port mirroring
- Port mirroring per IP/TCP/UDP
- Policy-based port mirroring
- RJ 45 Out-of-band Management Port
- RS-232 Out-of-band Console Port
- sFlow
- Remote port monitoring

MIB

- ZyXEL new private MIB
- RFC 1066 TCP/IP-based MIB
- RFC 1213, 1157 SNMPv2c/v3 MIB
- RFC 1493 bridge MIB
- RFC 1643 Ethernet MIB
- RFC 1757 RMON group 1,2,3,9
- RFC 2011, 2012, 2013 SNMPv2 MIB
- RFC 2233 SMIv2 MIB
- RFC 2358 Ethernet-like MIB
- RFC 2674 bridge MIB extension
- RFC 2819,2925 Remote Management MIB
- RFC 3621 Power Ethernet MIB

- RFC 4022 Management Information Base for Transmission Control Protocol
- RFC 4113 Management Information Base for User Datagram Protocol
- RFC 4292 IP Forwarding Table MIB
- RFC 4293 Management Information Base (MIB) for IP

Safety

- LVD
- BSMI

EMC

- FCC Part15 (Class A)
- CE EMC (Class A)
- BSMI-ENC

RoHS

- Level A

Cisco 10GBASE SFP+ Modules

A broad range of industry-compliant SFP+ modules for 10 Gigabit Ethernet deployments in diverse networking environments

Product Overview

The Cisco® 10GBASE SFP+ modules (Figure 1) give you a wide variety of 10 Gigabit Ethernet connectivity options for data center, enterprise wiring closet, and service provider transport applications.

Figure 1. Cisco 10GBASE SFP+ Modules



Features and Benefits

Cisco SFP+ modules offer the following features and benefits.

- Industry's smallest 10G form factor for greatest density per chassis
- Hot-swappable input/output device that plugs into an Ethernet SFP+ port of a Cisco switch (no need to power down if installing or replacing)
- Supports "pay-as-you-populate" model for investment protection and ease of technology migration
- Digital optical monitoring capability for strong diagnostic capabilities
- Optical interoperability with 10GBASE XENPAK, 10GBASE X2, and 10GBASE XFP interfaces on the same link
- Cisco quality identification (ID) feature enables a Cisco platform to identify whether the module is certified and tested by Cisco

Cisco SFP-10G-SR

The Cisco 10GBASE-SR Module supports a link length of 26m on standard Fiber Distributed Data Interface (FDDI)-grade multimode fiber (MMF). Using 2000MHz*km MMF (OM3), up to 300m link lengths are possible. Using 4700MHz*km MMF (OM4), up to 400m link lengths are possible.

Cisco SFP-10G-SR-X

The Cisco SFP-10G-SR-X is a multirate* 10GBASE-SR, 10GBASE-SW and OTU2/OTU2e module for extended operating temperature range. It supports a link length of 26m on standard Fiber Distributed Data Interface (FDDI)-grade multimode fiber (MMF). Using 2000MHz*km MMF (OM3), up to 300m link lengths are possible. Using 4700MHz*km MMF (OM4), up to 400m link lengths are possible.

*Except for version 1, which supports only 10GBASE-SR

Cisco SFP-10G-LRM

The Cisco 10GBASE-LRM Module supports link lengths of 220m on standard Fiber Distributed Data Interface (FDDI) grade multimode fiber (MMF). To make sure that specifications are met over FDDI-grade, OM1 and OM2 fibers, the transmitter should be coupled through a mode conditioning patch cord. No mode conditioning patch cord is required for applications over OM3 or OM4. For additional information on mode conditioning patch cord requirements please see: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps5455/product_bulletin_c25-530836.html.

The Cisco 10GBASE-LRM Module also supports link lengths of 300m on standard single-mode fiber (SMF, G.652).

Cisco FET-10G

The Cisco FET-10G Fabric Extender Transceiver supports link lengths up to 100m on laser-optimized OM3 or OM4 multimode fiber. It is supported on fabric links from a Nexus 2000 to a Cisco parent switch only. Note this product is not orderable individually. For more information refer to Nexus 2000 datasheet:

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps10110/data_sheet_c78-507093.html.

Cisco SFP-10G-LR

The Cisco 10GBASE-LR Module supports a link length of 10 kilometers on standard single-mode fiber (SMF, G.652).

Cisco SFP-10G-LR-X

The Cisco SFP-10G-LR-X is a multirate 10GBASE-LR, 10GBASE-LW, and OTU2/OTU2e module for extended operating temperature range. It supports a link length of 10 kilometers on standard single-mode fiber (SMF, G.652).

Cisco SFP-10G-ER

The Cisco 10GBASE-ER Module supports a link length of up to 40 kilometers on standard single-mode fiber (SMF, G.652).

Cisco SFP-10G-ZR

The Cisco SFP-10G-ZR is a multirate 10GBASE-ZR, 10GBASE-ZW, and OTU2/OTU2e module. It supports link lengths of up to about 80 kilometers on standard single-mode fiber (SMF, G.652). This interface is not specified as part of the 10 Gigabit Ethernet standard and is instead built according to Cisco specifications.

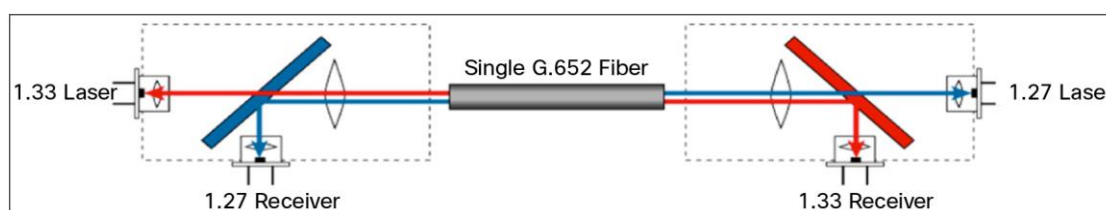
Cisco SFP-10G-BXD-I and SFP-10G-BXU-I for 10Km (Single-Fiber Bidirectional Applications)

The Cisco SFP-10G-BXD-I and SFP-10G-BXU-I SFPs operate on a single strand of standard SMF.

A SFP-10G-BXD-I device is always connected to a SFP-10G-BXU-I device with a single strand of standard SMF with an operating transmission range up to 10 km.

The communication over a single strand of fiber is achieved by separating the transmission wavelength of the two devices, as depicted in Figure 2. SFP-10G-BXD-I transmits a 1330-nm channel and receives a 1270-nm signal, whereas SFP-10G-BXU-I transmits at a 1270-nm wavelength and receives a 1330-nm signal. Note in Figure 2 the presence of a wavelength-division multiplexing (WDM) splitter integrated into the SFP to split the 1270-nm and 1330-nm light paths.

Figure 2. Bidirectional Transmission of a Single Strand of SMF



The SFP-10G-BXD-I and SFP-10G-BXU-I SFPs also support digital optical monitoring (DOM) functions according to the industry-standard SFF-8472 multisource agreement (MSA). This feature gives the end user the ability to monitor real-time parameters of the SFP, such as optical output power, optical input power, temperature, laser bias current, and transceiver supply voltage.

Cisco SFP-10G-BX40D-I and SFP-10G-BX40U-I (for 40Km Single-Fiber Bidirectional Applications)

The Cisco SFP-10G-BX40D-I and SFP-10G-BX40U-I SFPs operate on a single strand of standard SMF.

A SFP-10G-BX40D-I device is always connected to a SFP-10G-BX40U-I device with a single strand of standard SMF with an operating transmission range up to 40 km.

The communication over a single strand of fiber is achieved by separating the transmission wavelength of the two devices. SFP-10G-BX40D-I transmits a 1330-nm channel and receives a 1270-nm signal. The SFP-10G-BX40U-I transmits at a 1270-nm wavelength and receives a 1330-nm signal.

The SFP-10G-BX40D-I and SFP-10G-BX40U-I SFPs support digital optical monitoring (DOM) functions according to the industry-standard SFF-8472 multisource agreement (MSA). This feature gives the end user the ability to monitor real-time parameters of the SFP, such as optical output power, optical input power, temperature, laser bias current, and transceiver supply voltage.

Cisco SFP+ Twinax Copper Cables

Cisco SFP+ Copper Twinax (Figure 3) direct-attach cables are suitable for very short distances and offer a cost-effective way to connect within racks and across adjacent racks. Cisco offers passive Twinax cables in lengths of 1, 1.5, 2, 2.5, 3 and 5 meters, and active Twinax cables in lengths of 7 and 10 meters.

Figure 3. Cisco Direct-Attach Twinax Copper Cable Assembly with SFP+ Connectors



Cisco SFP+ Active Optical Cables

Cisco SFP+ Active Optical Cables (Figure 4) are direct-attach fiber assemblies with SFP+ connectors. They are suitable for very short distances and offer a cost-effective way to connect within racks and across adjacent racks. Cisco offers Active Optical Cables in lengths of 1, 2, 3, 5, 7, and 10 meters.

Figure 4. Cisco Direct-Attach Active Optical Cables with SFP+ Connectors



Platform Support

Cisco SFP+ modules are supported on a wide range of Cisco switches and routers^{*}:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 7600 Series Router• ASR 901• ASR 903• ASR 1000 Series Router• ASR 9000 Series Router• ASR 9000v Series Router• Catalyst 2350 and 2360 Series Switches• Catalyst 2960-S, 2960-X, and 2960-XR Series Switches• Catalyst 3100 Blade Switches• Catalyst 3560, 3560-E, and 3560-X Series Switches• Catalyst 3750, 3750-E, and 3750-X Series Switches• Catalyst 3850 Series Switches | <ul style="list-style-type: none">• Catalyst 4500 and 4500-X Series Switches• CRS Router• MDS 9000• ME 4500• ME 4900NCS 6000 Series Router• Nexus 2000, 3000, and 4000 Series Switches• Nexus 9000 and 9500 (modular) Series Switches• RF Gateway Series• SCE 8000• Shared Port Adapter (SPA)• Unified Computing System (UCS) Switches |
|---|--|

*Not all devices listed support every module. For details about which modules run in which devices and other compatibility information, refer to the document "Cisco 10 Gigabit Ethernet Transceiver Modules Compatibility Matrix": http://www.cisco.com/en/US/docs/interfaces_modules/transceiver_modules/compatibility/matrix/OL_6974.html. Additional platforms may continually be added; please check the [compatibility matrix](#) for the latest information and for the Cisco compatible operating system for each platform.

Connectors: Dual LC/PC connector (-SR, -LRM, -LR, -ER, -ZR and FET-10G).

Note: Only connections with patch cords with PC or UPC connectors are supported. Patch cords with APC connectors are not supported. All cables and cable assemblies used must be compliant with the standards specified in the standards section.

Product Specifications

Table 1 provides cabling specifications for the Cisco SFP+ modules.

Table 1. SFP+ Port Cabling Specifications

Cisco SFP+	Wavelength (nm)	Cable Type	Core Size (Microns)	Modal Bandwidth (MHz·km) ^{***}	Cable Distance [*]
Cisco SFP-10G-SR Cisco SFP-10G-SR-X	850	MMF	62.5	160 (FDDI)	26m
			62.5	200 (OM1)	33m
			50.0	400	66m
			50.0	500 (OM2)	82m
			50.0	2000 (OM3)	300m
			50.0	4700 (OM4)	400m
Cisco SFP-10G-LRM	1310	MMF SMF	62.5	500	220m
			50.0	400	100m
			50.0	500	220m
			G.652	-	300m
Cisco FET-10G	850	MMF	50.0	500 (OM2)	25m
			50.0	2000 (OM3)	100m
			50.0	4700 (OM4)	100m
Cisco SFP-10G-LR Cisco SFP-10G-LR-X	1310	SMF	G.652	-	10km
Cisco SFP-10G-ER ^{****}	1550	SMF	G.652	-	40km ^{**}
Cisco SFP-10G-BXD-I	1330	SMF	G.652	-	10km
Cisco SFP-10G-BXU-I	1270	SMF	G.652	-	10km
Cisco SFP-10G-BX40D-I	1330	SMF	G.652	-	40km
Cisco SFP-10G-BX40D-I	1270	SMF	G.652	-	40km
Cisco SFP-H10GB-CU1M	-	Twinax cable, passive, 30AWG cable assembly	-	-	1m
Cisco SFP-H10GB-CU1-5M	-	Twinax cable, passive, 30AWG cable assembly	-	-	1.5m
Cisco SFP-H10GB-CU2M	-	Twinax cable, passive, 30AWG cable assembly	-	-	2m
Cisco SFP-H10GB-CU2-5M	-	Twinax cable, passive, 30AWG cable assembly	-	-	2.5m
Cisco SFP-H10GB-CU3M	-	Twinax cable, passive, 30AWG cable assembly	-	-	3m
Cisco SFP-H10GB-CU5M	-	Twinax cable, passive, 24AWG cable assembly	-	-	5m
Cisco SFP-H10GB-ACU7M	-	Twinax cable, active, 30 AWG cable assembly	-	-	7m
Cisco SFP-H10GB-ACU10M	-	Twinax cable, active, 28 AWG cable assembly	-	-	10m

Cisco SFP+	Wavelength (nm)	Cable Type	Core Size (Microns)	Modal Bandwidth (MHz km) ^{***}	Cable Distance [*]
Cisco SFP-10G-AOC1M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	1m
Cisco SFP-10G-AOC2M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	2m
Cisco SFP-10G-AOC3M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	3m
Cisco SFP-10G-AOC5M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	5m
Cisco SFP-10G-AOC7M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	7m
Cisco SFP-10G-AOC10M	-	Active Optical Cable assembly	-	-	10m

^{*} Minimum cabling distance for -SR, -LRM, -LR, -ER modules is 2m, according to the IEEE 802.3ae.

^{**} Links longer than 30km are considered engineered links as per IEEE 802.3ae.

^{***} Specified at transmission wavelength.

^{****} Requires 5 dB 1550nm fixed loss attenuator for < 20km. Attenuator is available as a spare.
The part number is 15216 ATT LC 5=.

Table 2 lists the main optical characteristics for the Cisco SFP+ modules.

Table 2. Optical Transmit and Receive Specifications

Product	Type	Transmit Power (dBm) [*]		Receive Power (dBm) [*]		Transmit and Receive Wavelength (nm)
		Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	
Cisco SFP-10G-SR	10GBASE-SR 850nm MMF	-1.2 ^{**}	-7.3	-1.0	-9.9	840 to 860
Cisco SFP-10G-SR-X	10GBASE-SR 850nm MMF	-1.2 ^{**}	-7.3	-1.0	-9.9	840 to 860
Cisco SFP-10G-LRM	10GBASE-LRM 1310nm MMF and SMF	0.5	-6.5	0.5	-8.4 (in average) and -6.4 (in OMA) ^{***}	1260 to 1355
Cisco FET-10G	FET-10G 850nm MMF	-1.3	-8	-1	-9.9	840 to 860
Cisco SFP-10G-LR	10GBASE-LR 1310nm SMF	0.5	-8.2	0.5	-14.4	1260 to 1355
Cisco SFP-10G-LR-X	10GBASE-LR, 10GBASE-LW and OTU2e 1310nm SMF	0.5	-8.2	0.5	-14.4	1260 to 1355
Cisco SFP-10G-ER	10GBASE-ER 1550nm SMF	4.0	-4.7	-1	-15.8	1530 to 1565
Cisco SFP-10G-BXD-I	10G-SFP Bidirectional for 10km	0.5	-8.2	0.5	-14.4	1320 to 1340 (Tx) 1260 to 1280 (Rx)
Cisco SFP-10G-BXU-I	10G-SFP Bidirectional for 10km	0.5	-8.2	0.5	-14.4	1260 to 1280 (Tx) 1320 to 1340 (Rx)
Cisco SFP-10G-BX40D-I	10G-SFP Bidirectional for 40km	4.5	-2.7	-9	-21.2	1320 to 1340 (Tx) 1260 to 1280 (Rx)
Cisco SFP-10G-BX40D-I	10G-SFP Bidirectional for 40km	4.5	-2.7	-9	-21.2	1260 to 1280 (Tx) 1320 to 1340 (Rx)

^{*} Transmitter and receiver power is in average, unless specified.

^{**} The launch power shall be the lesser of the class 1 safety limit or the maximum receive power. Class 1 laser requirements are defined by IEC 60825-1: 2001.

^{***} Both average and OMA specifications must be met simultaneously.

Table 3 details optical specifications for the Cisco SFP-10G-ZR modules.

Table 3. SFP-10G-ZR Optical Parameters

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Units	Notes and Conditions
Transmitter						
Transmitter wavelength		1530		1565	nm	
Side-mode suppression ratio	SMSR	30			dB	
Transmitter extinction ratio		9			dB	
Transmitter optical output power	Pout	0		4.0	dBm	Average power coupled into single-mode fiber
Receiver						
Receiver optical input wavelength		1260		1565	nm	Receiver Sensitivity specified over 1530-1565nm only, with 3dB degradation permitted from 1260-1530nm
Receiver damage threshold		+5			dBm	
Receiver Overload		-7			dBm	
Receiver performance at 10GE LAN and 10GE WAN rates, non-FEC application						
Receiver sensitivity		-24			dBm	At BER=1E-12 with PRBS31 and 10GE frame
Chromatic Dispersion Penalty@ 1600 ps/nm				3	dB	
Receiver performance at OTU2/OTU2e rates, FEC application						
Receiver sensitivity		-27			dBm	At Pre-FEC BER=1E-5 for GFEC and Pre-FEC BER=7E-4 for EFEC with PRBS31 and OTU2 frame
Chromatic Dispersion Penalty@ 1300 ps/nm				3	dB	

Note: Parameters are specified over temperature and at end of life unless otherwise noted. When shorter distances of single-mode fiber are used (<40km), an inline optical attenuator must be used to avoid overloading and damaging the receiver.

Table 4 describes the bail latch color code for each type of optical SFP+ module.

Table 4. SFP+ Optical Modules Color Code

Product	Bail Latch Color
Cisco SFP-10G-SR	Beige
Cisco SFP-10G-SR-X	Beige
Cisco SFP-10G-LRM	Orange
Cisco FET-10G	Brown
Cisco SFP-10G-LR	Blue
Cisco SFP-10G-LR-X	Blue
Cisco SFP-10G-ER	Red
Cisco SFP-10G-ZR	Green
Cisco SFP-10G-BXD-I	Blue
Cisco SFP-10G-BXU-I	Blue
Cisco SFP-10G-BX40D-I	Red

Product	Bail Latch Color
Cisco SFP-10G-BX40U-I	Red
Cisco SFP-H10GB-CU1M	Beige
Cisco SFP-H10GB-CU1-5M	Black
Cisco SFP-H10GB-CU2M	Brown
Cisco SFP-H10GB-CU2-5M	Yellow
Cisco SFP-H10GB-CU3M	Orange
Cisco SFP-H10GB-CU5M	Gray
Cisco SFP-H10GB-ACU7M	Blue
Cisco SFP-H10GB-ACU10M	Red
Cisco SFP-10G-AOC1M	Beige
Cisco SFP-10G-AOC2M	Brown
Cisco SFP-10G-AOC3M	Orange
Cisco SFP-10G-AOC5M	Gray
Cisco SFP-10G-AOC7M	Blue
Cisco SFP-10G-AOC10M	Red

Table 5 provides the maximum power consumption and operating temperature range ratings per Cisco SFP+ module.

Table 5. SFP+ Modules Maximum Power Consumption

Product	Power Consumption (W)	Operating Temperature Range
Cisco SFP-10G-SR	1	COM
Cisco SFP-10G-SR-X	1	EXT
Cisco SFP-10G-LRM	1	COM
Cisco FET-10G	1	COM
Cisco SFP-10G-LR	1	COM
Cisco SFP-10G-LR-X	1	EXT
Cisco SFP-10G-ER	1.5	COM
Cisco SFP-10G-ZR	1.5	COM
Cisco SFP-10G-BXD-I	1	IND
Cisco SFP-10G-BXU-I	1	IND
Cisco SFP-10G-BX40D-I	1.2	IND
Cisco SFP-10G-BX40U-I	1.2	IND
Cisco SFP-H10GB-CU1M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-CU1-5M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-CU2M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-CU2-5M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-CU3M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-CU5M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-ACU7M	1	COM
Cisco SFP-H10GB-ACU10M	1	COM
Cisco SFP-10G-AOC1M	1	COM
Cisco SFP-10G-AOC2M	1	COM
Cisco SFP-10G-AOC3M	1	COM

Product	Power Consumption (W)	Operating Temperature Range
Cisco SFP-10G-AOC5M	1	COM
Cisco SFP-10G-AOC7M	1	COM
Cisco SFP-10G-AOC10M	1	COM

Dimensions

Dimensions (H x W x D): 8.5 x 13.4 x 56.5mm. Cisco SFP+ connectors typically weigh 75 grams or less.

Environmental Conditions and Power Requirements

Operating temperature range:

- Commercial temperature range (COM): 0 to 70°C (32 to 158°F)
- Extended temperature range (EXT): -5 to 85°C (23 to 185°F)
- Industrial temperature range (IND): -40 to 85°C (-40 to 185°F)
- Storage temperature range: -40 to 85°C (-40 to 185°F)

Warranty

- Standard warranty: 1 year
- Extended warranty (optional): Cisco SFP+ modules can be covered in a Cisco SMARTnet® Service support contract for the Cisco switch or router chassis

Ordering Information

Table 6 provides the ordering information for Cisco SFP+ modules and related cables.

Table 6. Ordering Information

Description	Product Number
SFP+ Modules	
Cisco 10GBASE-SR SFP+ Module for MMF	SFP-10G-SR
Cisco 10GBASE-SR SFP+ Module for MMF, extended temperature range	SFP-10G-SR-X
Cisco 10GBASE-LRM SFP+ Module for MMF and SMF	SFP-10G-LRM
Cisco 10GBASE-LR SFP+ Module for SMF	SFP-10G-LR
Cisco multirate 10GBASE-LR, 10GBASE-LW and OTU2e SFP+ Module for SMF, extended temperature range	SFP-10G-LR-X
Cisco 10GBASE-ER SFP+ Module for SMF	SFP-10G-ER
Cisco 10GBASE-ZR SFP+ Module for SMF	SFP-10G-ZR
Cisco 10GBASE-BX10-D Bidirectional for 10km	SFP-10G-BXD-I
Cisco 10GBASE-BX10-U Bidirectional for 10km	SFP-10G-BXU-I
Cisco 10GBASE-BX40-D Bidirectional for 40km	SFP-10G-BX40D-I
Cisco 10GBASE-BX40-U Bidirectional for 40km	SFP-10G-BX40U-I
SFP+ Twinax Copper Modules	
10GBASE-CU SFP+ Cable 1 Meter, passive	SFP-H10GB-CU1M
10GBASE-CU SFP+ Cable 1.5 Meter, passive	SFP-H10GB-CU1-5M
10GBASE-CU SFP+ Cable 2 Meter, Passive	SFP-H10GB-CU2M
10GBASE-CU SFP+ Cable 2.5 Meter, Passive	SFP-H10GB-CU2-5M
10GBASE-CU SFP+ Cable 3 Meter, passive	SFP-H10GB-CU3M
10GBASE-CU SFP+ Cable 5 Meter, passive	SFP-H10GB-CU5M

Description	Product Number
10GBASE-CU SFP+ Cable 7 Meter, active	SFP-H10GB-ACU7M
10GBASE-CU SFP+ Cable 10 Meter, active	SFP-H10GB-ACU10M
SFP+ Active Optical Cables	
10GBASE-AOC SFP+ Cable 1 Meter	SFP-10G-AOC1M
10GBASE-AOC SFP+ Cable 2 Meter	SFP-10G-AOC2M
10GBASE-AOC SFP+ Cable 3 Meter	SFP-10G-AOC3M
10GBASE-AOC SFP+ Cable 5 Meter	SFP-10G-AOC5M
10GBASE-AOC SFP+ Cable 7 Meter	SFP-10G-AOC7M
10GBASE-AOC SFP+ Cable 10 Meter	SFP-10G-AOC10M

Regulatory and Standards Compliance

Standards:

- GR-20-CORE: Generic Requirements for Optical Fiber and Optical Fiber Cable
- GR-326-CORE: Generic Requirements for Single-Mode Optical Connectors and Jumper Assemblies
- GR-1435-CORE: Generic Requirements for Multifiber Optical Connectors
- IEEE 802.3: 10-Gigabit Ethernet
- ITU-T G.709: Interfaces for the Optical Transport Network
- ITU-T G.975: GFEC
- ITU-T G.975.1: EFEC
- SFP+ MSA SFF-8431 (Optical Modules, Active Optical Cables, and Passive Twinax cables)
- SFP+ MSA SFF-8461 (Active Twinax cables)

Safety:

- Laser Class 1 21CFR-1040 LN#50 7/2001
- Laser Class 1 IEC60825-1
- Cable jacket of SFP+ copper modules is UL #E116441 Compliant
- All length SFP+ copper cables are ELV and RoHS Compliant

Next Steps

Learn more about Cisco 10GBASE SFP+ fiber modules or 10GBase SFP+ copper modules (twinax cable) by contacting your sales representative or visiting <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6574/index.html>.

For S-Class SFP+ 10 Gigabit Modules, refer to the link below:

<http://www.cisco.com/c/en/us/products/interfaces-modules/transceiver-modules/datasheet-listing.html>.



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV Amsterdam,
The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)



Open-Mesh OM Series Wireless LAN

Wireless networking, simplified.

Open-Mesh makes WiFi smarter and simpler. We help create low-cost, easy-to-use wireless networks that automatically spread Internet connections throughout hotels, apartments, small businesses, schools, homes—and just about anywhere else.

The Open-Mesh OM Series includes everything you need to deploy professional wireless networks across one site or thousands: a modular platform of access points and indoor and outdoor enclosures for easy, professional installation; CloudTrax, a free cloud-based network controller that can manage an unlimited number of access points and networks; and a global suite of power supplies and PoE solutions.

With the OM Series, Open-Mesh shows how easy, powerful and reliable cloud-managed wireless networking can be.



OM Series Access Points

CLOUD-MANAGED WIRELESS LAN



Open-Mesh OM Series access points provide robust WiFi just about anywhere you need to share a connection.

Each device is a cloud-managed access point, router, mesh gateway and repeater all in one compact, reliable, high-performance package.

key features

- Zero config, plug and play networking
- Self forming, self healing mesh
- Free cloud-based network controller for complete control and monitoring
- Seamless roaming for continued connectivity across multiple APs
- Dual SSIDs for public and private use
- Free mobile apps for iOS and Android



CLOUD MANAGED

What used to require a dedicated server can now be done through a browser and our free, cloud-based network controller, CloudTrax. CloudTrax is packed with powerful features to meet the demands of IT professionals, yet is easy enough to be deployed by someone with little network experience.



MESH ENABLED

Every Open-Mesh access point is mesh enabled. That means you can install units as traditional access points—hardwired to the Internet—and add additional units that only require power wherever you need to extend coverage. The access points automatically self-form and self-heal to provide seamless coverage with automatic roaming.



MODULAR

Open-Mesh access points and enclosures are designed to work seamlessly together. Just choose the access point that is optimized for your wireless demands—range, speed, or lowest cost—then choose the enclosure that best fits your environment. Swap, upgrade, and move as needed: the possibilities are endless.



WHITE LABELED

Open-Mesh is ideal for systems integrators, resellers and IT consultants because we don't put any logos on our boxes or access points. Even our cloud controller, CloudTrax, contains no links or references back to Open-Mesh. With no competing messages, your brand is the star of the show.

OPEN-MESH

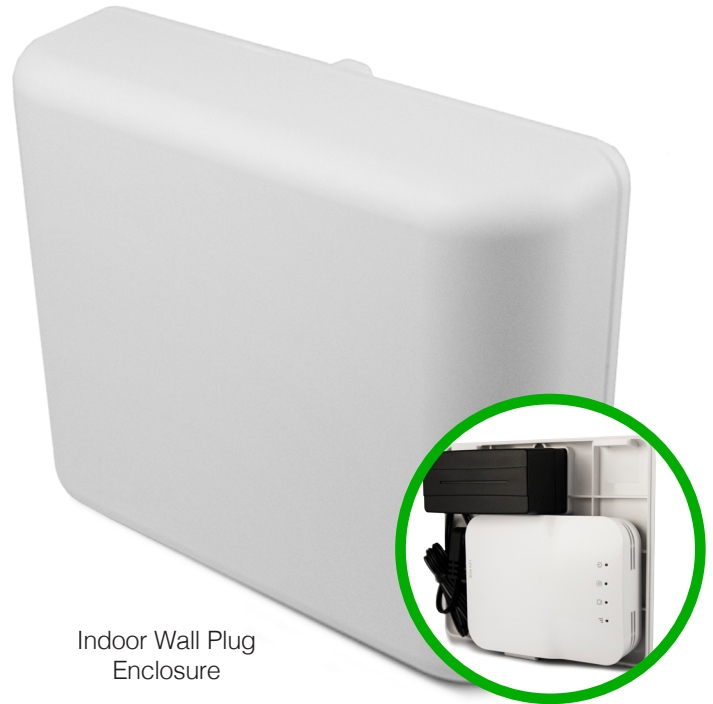
WWW.OPEN-MESH.COM

OM Series Enclosures

MODULAR INSTALLATION

Open-Mesh OM Series enclosures are designed to work seamlessly with OM Series access points for professional modular WiFi installations in virtually any environment.

With Open-Mesh enclosures and access points, you can deploy enterprise-grade wireless networks at a fraction of the time and cost of traditional networks.



Indoor Wall Plug Enclosure

designed to fit



Indoor Ethernet Jack Enclosure



Indoor Ceiling Enclosure



Outdoor Wall/Pole Enclosure



A PERFECT FIT

Open-Mesh makes it easy to get wireless coverage exactly where you need it. With a series of easy-to-use enclosures, you can put your access points on a wall, a ceiling, a pole, a roof, an ethernet jack, and countless other places. Open-Mesh enclosures are designed specifically for tiny, powerful OM Series access points to blend in seamlessly in any office, hotel, warehouse or apartment block. You see the wireless network—not the access point.

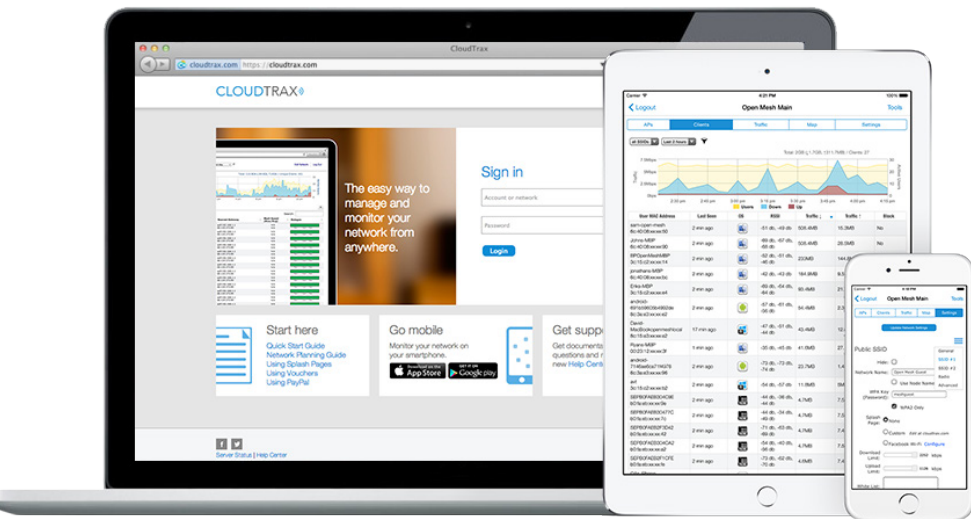


MODULAR BY DESIGN

Open-Mesh enclosures and access points are designed to work seamlessly together. First, choose the access point optimized for your wireless demands. Next, choose the enclosures that best fit your install environment: the indoor ceiling enclosure on any drop ceiling or any solid wall or ceiling; the indoor wall plug on any North American power outlet; the indoor Ethernet enclosure on any Ethernet jack; and the outdoor enclosure on any wall or pole.

CloudTrax Network Controller

POWERFUL NETWORK MANAGEMENT



Say goodbye to on-site controllers. What used to live in a dedicated on-site server can now be managed through the cloud and your browser or mobile app. CloudTrax controls and monitors any Open-Mesh access point. It's powerful enough to meet the demands of IT professionals, while easy enough to be deployed by someone with little network experience.

key features

- Single point of configuration
- Multiple SSIDs; public and private
- Automated outage alerts
- Full usage statistics and control
- Set upload and download throttles
- Custom captive portal with pay options
- Free iOS and Android monitoring apps
- Zero cost license



PROVEN RELIABILITY

The cloud controller lives in AWS data centers, running on EC2 and RDS technologies in multiple availability zones to maximize uptime—even in the event of a failure at a single data center. Even if your devices lose connection with the cloud controller, your networks aren't affected. That's because no network traffic actually passes through the cloud controller.



MOBILE APPS

CloudTrax is the only cloud-based network controller with free iOS and Android apps, so you can build, manage and monitor your networks while on the go. Create new networks in seconds, add new APs by simply scanning them, and swap old APs with new in moments. You have full access to the management and monitoring functions available at cloudtrax.com.



MULTIPLE SSIDs

CloudTrax can broadcast multiple unique networks, some "public" and some "private." Public networks can be customized with powerful captive portal features, while private networks work seamlessly as an extension of your LAN. Each network can be uniquely named, left visible or hidden, and left open or password-protected with WPA/WPA2 encryption.



AUTOMATED ALERTS

Don't have time to check the network status every day? Don't worry. If any access point goes down and doesn't come back up within an hour, CloudTrax will automatically email you (and anyone else you designate). Outage alerts are easy to turn on and off, always keeping you in-the-know when it comes to the health of your wireless network.

OPEN-MESH

WWW.OPEN-MESH.COM

Power and PoE

POWER UP ANYWHERE

Open-Mesh's line of low-voltage power supplies and Power over Ethernet (PoE) injectors allow the OM Series access points to be used reliably throughout your site and all around the world.



802.3af AND PASSIVE PoE

All Open-Mesh OM Series access points support 12-24v passive PoE, and the HS and AN models also support PoE-switch-friendly 802.3af PoE. PoE allows the same cable that feeds your access point data to also provide power. With either a PoE switch or our single-port, eight-port, or twelve-port rack-mounted passive PoE injector, you can power your access points up to 300 feet away.

Note: OM2P access points are not compatible with 48v PoE switches. Using a PoE switch or any power supply with more than 24v will void the warranty.



Clockwise from top left: single-port PoE injector; 8-port PoE injector; 12-port rack-mounted PoE injector.

why poe?

- Simple, fast, clean installations
- No need for power outlets at AP site
- Centralized power management
- Low cost of install and ownership



GLOBAL POWER SUPPLIES

Open-Mesh provides a full range of power supplies that work in virtually every country around the world. For North American deployments, choose between a 12v supply built to fit inside the wall cover or our 20v universal supply that maximizes power for PoE runs up to 300 feet. For everywhere else, choose the 20v international power supply with EU, UK, AU and US plugs.

Specifications: Access Points



OM2P
External Antenna



OM2P-HS
High Speed,
Long Range



OM5P-AN
Highest Speed,
Dual Band

Speed (max)	150 Mbps	300 Mbps	450 Mbps (150+300)
Radio	802.11b/g/n 2.4 GHz	802.11b/g/n 2.4 GHz	1 802.11b/g/n 2.4 GHz + 1 802.11a/n 5 GHz
Antenna	Single external 1x1 (2.4 GHz)	Two internal 2x2 (2.4 GHz)	Three internal 1x1 (2.4 GHz) + 2x2 (5 GHz)
Power	23 dBm (200 mw) flat power	23 dBm (200 mw) flat power	19 dBm (79 mw) flat power
Range (approximate)	75-150' indoor (3-4 walls) 600' outdoor	75-150' indoor (3-4 walls) 600' outdoor	50-100' indoor (2-3 walls) 400' outdoor
Processor	400 MHz Atheros AR9331 MIPS 24K	520 MHz Atheros AR9341 MIPS 74K	520 MHz Atheros AR9344 MIPS 74K
Max users (recommended)	20-50 per AP	20-50 per AP	20-50 per AP
Max real per-user speed	80 Mbps	95 Mbps	135 Mbps
WLAN standard	802.11g/n 2.4 GHz	802.11g/n 2.4 GHz	802.11a/g/n 2.4 + 5 GHz
Memory	64MB DRAM		
Zero config plug and play	Yes		
Self-forming, self-healing mesh	Yes		
Seamless roaming	Yes		
Hardware watchdog CPU	Yes		
Free cloud management	Yes		
Free iOS/Android apps	Yes		
Captive portal w/ bandwidth throttling, splash pages and user controls	Yes		
SSIDs	1 public, 1 private		
SSID to VLAN tagging	Yes		
Ethernet (WAN and LAN)	2 x 100 Mbps	2 x 100 Mbps	1 x Gigabit 1 x 100 Mbps
PoE	12-24v Passive (non-802.3af)	Standard 802.3af and 12-24v Passive	Standard 802.3af and 12-24v Passive
Power supply options	US 12V 1A or Universal 20V 1.2A (US, UK, EU, AU)		
LEDs	Power, Ethernet (2), WiFi		
Temperature	0-50 C		
Recommended enclosures	Outdoor, Wall Plug	All Enclosures	All Enclosures
Size	3.75" x 2.75" x 1"		
Certifications	FCC, IC, CE, CTick		
Warranty	1 year		

Specifications: Enclosures



**Outdoor
Wall / Pole**



**Indoor
Wall Plug**



**Indoor
Ethernet Jack**



**Indoor
Ceiling**

Best use	Add coverage outdoors or use as a point-to-point solution	Add wireless mesh repeaters in places difficult to reach by cable	Use existing Cat5 wall outlets to add coverage in hotel rooms, apartments, dorms or office spaces	Mount access points on ceiling for classrooms, hallways or conference areas
Size	Height: 14.2 cm (5.5") Width: 8.0 cm (3.1") Depth: 4.5 cm (1.8")	Height: 11.3 cm (4.4") Width: 13.6 cm (5.4") Depth: 4.86 cm (1.9")	Height: 17.1 cm (6.8") Width: 8.2 cm (3.2") Depth: 3.2 cm (1.3")	Depth: 3.3 - 4.5 cm (1.3-1.8") Width: 15.9 cm round (6.25")
Compatible access points	OM2P-LC OM2P OM2P-HS OM5P OM5P-AN	OM2P-LC OM2P OM2P-HS OM5P OM5P-AN	OM2P-LC OM2P-HS OM5P OM5P-AN	OM2P-LC OM2P-HS OM5P OM5P-AN
Compatible power supplies	PoE or any power supply (not placed in enclosure)	12v North American only	PoE or any power supply (not placed in enclosure)	PoE or any power supply (not placed in enclosure)
Physical security	Screwdriver required to open	Small tab hidden on bottom; no flashing lights	Key required to open	None
Material	Bright white, UV-stabilized ABS plastic	Light almond ABS plastic. UL 94 HB flammability rated. RoHs compliant.	Bright white ABS plastic. UL 94 HB flammability rated. RoHs compliant.	Bright white ABS plastic. UL 94 HB flammability rated. RoHs compliant.
Mounting options	Pole, wall	North American electrical outlet (standard or decora)	Ethernet jack (1-gang North American electrical box)	9/16" & 15/16" drop ceiling rails; solid wall or ceiling
Warranty	1 Year			

OPENETICS

GAMA Rack

Smart Rack Plus



Puerta de cristal templado o puerta ventilada

Accesorios no incluidos

Descripción

Rack de altas prestaciones con capacidad de carga de hasta 1000 Kg. para electrónica de redes y comunicaciones. Elegante diseño y facilidad para montaje en batería. Pies regulables en altura y ruedas opcionales para fácil desplazamiento. Puerta de cristal templado o metálica perforada para mejor ventilación y laterales desmontables con cerradura. Color estándar Negro RAL 9005. Otros colores RAL bajo pedido.

Aplicaciones

Electrónica, redes, comunicaciones y servidores hasta 1000 Kg.

Normativa

- DIN 41.488 Part 1
- DIN 41.494 Part 7 y 8
- IEC 60297-2 y 3
- UNE 20539-1 y UNE 20539-2
- ANSI/EIA-310-D
- Norma RoHS
- CE

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.



Smart Rack Plus

Ventajas

- Diseño robusto y elegante.
- Facilidad para el montaje en batería.
- Puerta delantera de cristal templado o metálica perforada, con cerradura y llave.
- Puerta trasera reversible en chapa con cerradura y llave.
- Paneles laterales fácilmente desmontables con cerradura y llave.
- Gran capacidad de entrada de cables en suelo y techo.
- Guía cables verticales delanteros en armarios ancho 800 mm.
- Preparado para instalación de PDU verticales sin ocupar espacios en "U".
- Guías delanteras y traseras desplazables con "U" numeradas.
- Pies regulables y ruedas opcionales.
- Completa gama de accesorios disponibles.
- Posibilidad de suministrar desmontado. Fácil montaje.
- Grado de protección IP20.
- Garantía: 5 años.

Características Técnicas

■ Material:	Acero laminado en frío UNE 36086-91
■ Color:	Negro RAL 9005
■ Carga máxima:	500 kg. para racks de 600 mm. / 800 kg. para racks de 800 y 1000 mm. / 1000 kg. para racks de 1100 mm. y 1200 mm.
■ Altura:	1300 mm. / 1600 mm. / 2000 mm. / 2200 mm.
■ Ancho:	600 mm. y 800 mm.
■ Profundidad:	600 mm. / 800 mm. / 1000 mm. Opcional: 1100 mm. y 1200 mm.
■ Altura del bastidor:	27 U, 33 U, 42 U y 47 U
■ Unidad de embalaje:	1
■ Puerta delantera*:	Cristal templado o metálica perforada, con cerradura y llave
■ Puerta trasera*:	Metálica reversible con cerradura y llave
■ Perfiles 19":	4 perfiles desplazables con "U" numeradas
■ Paneles laterales:	Paneles desmontables con cerradura
■ Entrada de cables:	Superior y/o inferior
■ Pies:	Regulables en altura. Ruedas opcionales.

*Opcionales puertas microperforadas de simple o doble hoja, con cerradura.

*Opcionales puertas transparentes de doble hoja, con cerradura.

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.



OPENETICS

Smart Rack Plus

Información Comercial

SMART RACK PLUS [COLOR NEGRO RAL 9005, PUERTA TRANSPARENTE]

Ref.	Descripción	Nº Unidades 1 U= 44,45 mm.	Color	Dimensiones Nominales en mm.			Tipo de Puerta
				Alto	Ancho	Profundidad	
2799	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	600	Transparente
2800	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	800	Transparente
2801	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	800	600	Transparente
2804	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	800	800	Transparente
2806	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	1000	Transparente
2807	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	600	Transparente
2808	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	800	Transparente
2809	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	800	600	Transparente
2810	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	800	800	Transparente
2811	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	1000	Transparente
2812	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	600	600	Transparente
2813	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	600	800	Transparente
2814	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	600	Transparente
2815	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	800	Transparente
2816	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	1000	Transparente
2817	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	600	600	Transparente
2818	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	600	800	Transparente
2819	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	800	600	Transparente
2820	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	800	800	Transparente
27093	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	1000	Transparente*
27104	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	1000	Transparente*

* Ref. **27093**: Puerta delantera transparente y puerta trasera ventilada

* Ref. **27104**: Puerta delantera transparente y puerta trasera doble ventilada

GAMA

Rack

Ficha Técnica

Fecha:

17/05/12

Código N°:

RACK-Nº10-ESP-V1



Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.

Smart Rack Plus

Información Comercial

SMART RACK PLUS [COLOR NEGRO RAL 9005, PUERTA VENTILADA]

Ref.	Descripción	Nº Unidades 1 U= 44,45 mm.	Color	Dimensiones Nominales en mm.			Tipo de Puerta
				Alto	Ancho	Profundidad	
2821	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	600	Ventilada
2822	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	800	Ventilada
2823	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	800	600	Ventilada
2824	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	800	800	Ventilada
2825	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	600	1000	Ventilada
2826	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	600	Ventilada
2827	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	800	Ventilada
2828	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	800	600	Ventilada
2829	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	800	800	Ventilada
2830	Smart Rack Plus	33 U	Negro RAL 9005	1600	600	1000	Ventilada
2831	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	600	600	Ventilada
2832	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	600	800	Ventilada
2833	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	600	Ventilada
2834	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	800	Ventilada
2835	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	1000	Ventilada
2836	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	600	600	Ventilada
2837	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	600	800	Ventilada
2838	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	800	600	Ventilada
2839	Smart Rack Plus	47 U	Negro RAL 9005	2200	800	800	Ventilada
27032	Smart Rack Plus	27 U	Negro RAL 9005	1300	800	800	Ventilada*
27042	Smart Rack Plus	42 U	Negro RAL 9005	2000	800	800	Ventilada*

* Ref. 27032: Puerta delantera y trasera ventilada

* Ref. 27042: Puerta delantera y trasera ventilada

Accesorios & Complementos Smart Rack

Zócalos



Ref.	Descripción	Dimensiones nominales en mm.		
		Alto	Ancho	Profundidad
2629	Zócalo para Smart Rack Plus (Negro RAL 9005)	100	600 / 800	600 / 800
2630	Zócalo para Smart Rack Plus (Negro RAL 9005)	100	800	800
2637	Zócalo para Smart Rack Plus (Negro RAL 9005)	100	600	1000
2639	Zócalo para Smart Rack Plus (Negro RAL 9005)	100	800	1000

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:
Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guizard, (08228) Terrassa
T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:
C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid
T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.
Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.



Smart Rack Plus

Accesorios & Complementos Smart Rack

Kit de Ruedas



Ref.	Descripción
2430	Kit 4 ruedas con freno

Tapa Ciega

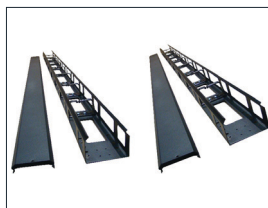


Ref.	Descripción
2543	Tapa ciega 450x220 mm.

Conjunto de Montaje en Batería

Ref.	Descripción
2559	Conjunto de montaje en batería

Conjunto Guía Cables Verticales para rack de 800 mm. ancho



Ref.	Descripción
2895	Conjunto 2 guía cables verticales traseros para rack 27 U 800 mm. ancho
2894	Conjunto 2 guía cables verticales traseros para rack 33 U 800 mm. ancho
2893	Conjunto 2 guía cables verticales traseros para rack 42 U 800 mm. ancho
2892	Conjunto 2 guía cables verticales traseros para rack 47 U 800 mm. ancho

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.

OPENETICS

GAMA
Rack

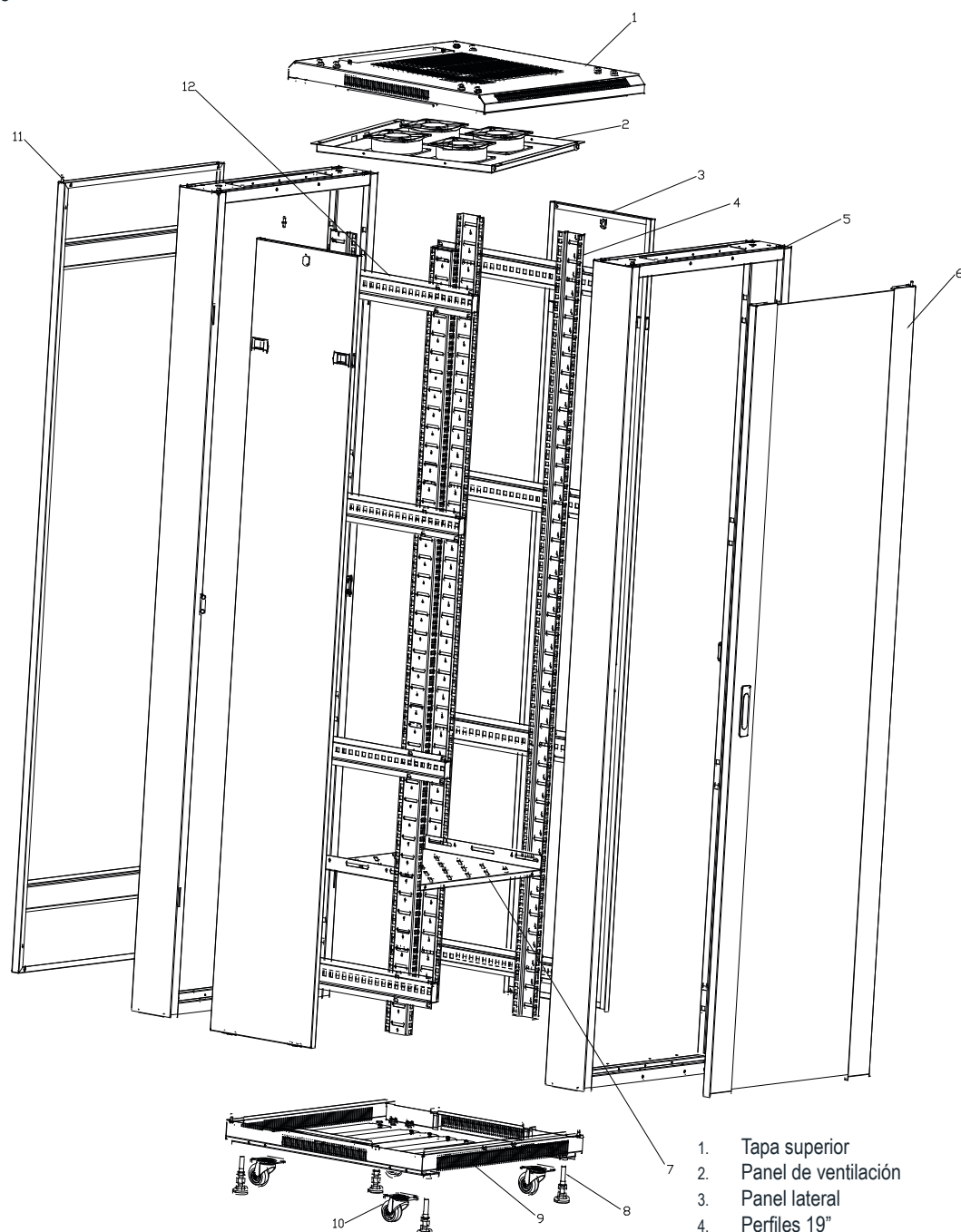
Ficha Técnica

Código N°: RACK-N°10-ESP-V1

Fecha: 17/05/12

Smart Rack Plus

Despiece



1. Tapa superior
2. Panel de ventilación
3. Panel lateral
4. Perfiles 19"
5. Marco
6. Puerta delantera cristal
7. Bandeja fija
8. Pies regulables
9. Base
10. Ruedas
11. Puerta trasera
12. Travesaño

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.

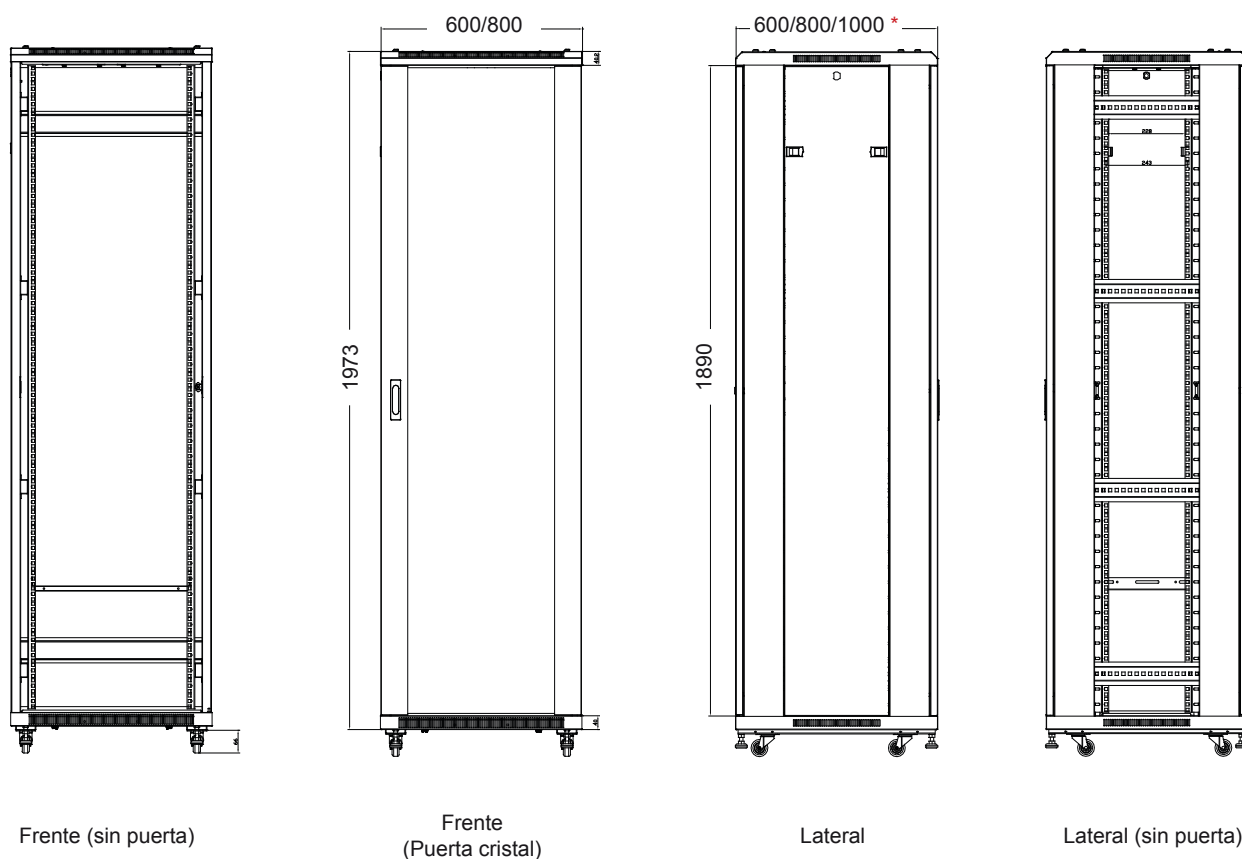


OPENETICS

GAMA
Rack

Smart Rack Plus

Dimensiones



Frente (sin puerta)

Frente
(Puerta cristal)

Lateral

Lateral (sin puerta)

* Fondo especial: 1000 mm.

Ficha Técnica

Fecha:

17/05/12

Código N°:

RACK-N°10-ESP-V1

Sede Central y Oficinas en España

Barcelona:

Ctra. de Rubí, 324, Nave D, P. I. Can Guitard, (08228) Terrassa

T: (+34) 93 784 82 12 F: (+34) 93 784 82 10 E: bcn@openetics.com

Madrid:

C/ Resina, 35, Nave 4, (28021) Madrid

T: (+34) 91 547 49 43 F: (+34) 91 547 76 59 E: madrid@openetics.com

© 2008 Openet ICS International S.A. Todos los derechos reservados.

Las especificaciones aquí publicadas están actualizadas en la fecha de la publicación de este documento. Puesto que mejoramos continuamente nuestros productos, OPENET ICS se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin que medie notificación previa.




DP6[™] 10GiG[™] UTP Patch Panels

- Exceeds draft requirements of TIA/EIA-568-B.2-AD10 and ISO 11801 Class E_A Edition 2.1 and IEEE 802.3an-2006 ratified standard channel requirements for supporting 10GBASE-T
- Each port is 100% tested to ensure NEXT and RL performance and is individually serialized to support traceability
- Utilizes 110 punchdown termination on back panel and includes retention cap for each port
- Each port contains a universal label that is color coded for T568A and T568B wiring schemes
- Angled versions allow for higher density applications by easily routing the patch cords to each side of the panel eliminating the need for horizontal cable management
- Terminates 4-pair, 22 – 26 AWG, 100 ohm, solid or stranded twisted pair cable
- Mount to standard EIA 19" rack or 23" racks with optional extender bracket
- Write-on areas for port and panel identification
- Can be clearly identified with labels and icons
- Label kits (DPLK24 and DPLK48) contains adhesive label holder and labels for easy port and panel identification



DPA246X88TGY

PATENTED



DPA486X88TGY



DP246X88TGY



DP486X88TGY

Part Number	Part Description	No. of Rack Spaces [^]	Std. Pkg. Qty.	Std. Ctn. Qty.
DP6[™] 10GiG[™] Angled Patch Panel				
DPA246X88TGY	24-port, angled, Category 6A, 10 Gb/s patch panel with 24 RJ45 8-position, 8-wire ports.	1	1	10
DPA486X88TGY	48-port, angled, Category 6A, 10 Gb/s patch panel with 48 RJ45 8-position, 8-wire ports.	2	1	10
DP6[™] 10GiG[™] Flat Patch Panels				
DP246X88TGY	24-port, Category 6A, 10 Gb/s patch panel with 24 RJ45 8-position, 8-wire ports.	1	1	10
DP486X88TGY	48-port, Category 6A, 10 Gb/s patch panel with 48 RJ45 8-position, 8-wire ports.	2	1	10

[^]One rack space = 1.75" (44.45mm).

M6 and #12-24 mounting screws included.

Replaceable punchdown modules available, part number DRJ6X88TGBL.

Termination tool (PDT110) available on page C1.44.

Must be installed as part of a complete TX6[™] 10GiG[™] Copper Cabling System in order to achieve 10GBASE-T certified performance.
Component Labels for DP6[™] 10GiG[™] UTP Patch Panels

Suggested Label Solutions for TIA/EIA-606-A Compliance

Patch Panel Part Number	Laser/Ink Jet Desktop Printer Label	TDP43MY Thermal Transfer Desktop Printer Label	PANTHER [™] LS8E Hand-Held Printer Label	COUGAR [™] LS9 Hand-Held Printer Label
All Patch Panels on this Page	C379X030FJJ	C379X030YPT	C379X030FJC	T031X000FJC-BK

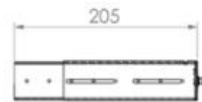
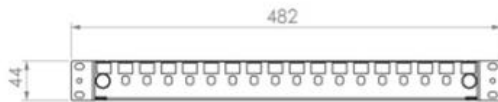
For complete labeling solutions and product information, reference charts on pages F1.5 – F1.12.

Professionally approved products.

Datasheet

RS 24 port LC Multimode Duplex Fibre Optic Patch Panel with 4 Ports Populated, 1U

RS Stock number [135-496](#)



Professionally approved products.

Datasheet

Description

This innovative, robust 1U sliding patch panel. This panel has been designed to accept up to 48 fibres housed within a 1U space.

These panels include an internal mounting plate to install the Adaptors giving a reduction in the bend radius of the exiting patch cords also giving a more aesthetically pleasing installation. With the ability to use a full array of Adaptor types offering a flexible solution to the end user, enabling them to incorporate a multi functional panel which allow easy access during installation or re-work with no disturbance of the existing cable or fibres.

In the addition to the array of adaptors the panel also offers multiple cable entry solutions, up to 4 standard cable entry points for, loose tube, tight buffer, pre terminated and steel tape armoured cable.

Each panels has integrated strength member tie positions also with the additional removable plate at the rear of the panel allows the installation of steel tape armoured cable

Features

Up to 48 fibres in 1U

Multiple Adaptor options available

24 Adaptor positions

Recessed Adaptor positioning

Individually labelled ports

45° open working angle

Accepts loose tube, distribution and pre terminated cables

RoHS, REACH SvHC and UL rated

Fits standard 19"

Applications

Data centres, premise installations, telecommunication networks

Ethernet, Fibre Channel, ATM, LAN, MAN and WAN

Data communication

Indoor applications

Professionally approved products.

Datasheet

Element	Characteristic
U Size	1U (44.4mm)
Width	482mm
Depth	205mm
Net Weight	2.5 kgs
Packaged Weight	3 kgs
Packaged Dimensions	450mm W X 55mm H x 260mm D
IP Rating	IP20
Suitable for Adapter Type	SC Simplex / LC Duplex / E2000
Number of Ports	24
Cable Entry 2mm	2
Cable Entry 25mm	2
Mounting Adjustment Range	50mm
Material	Cold- rolled steel
Material Thickness	1.2mm
Material Coating	Powder Coating
Colour	RAL 9004
Operating Temperature	-40°C to +50°C
Designed in accordance with	TIA/EIA 568.C ISO/IEC EN50173, IEC60304, IEC61754,EN297-1
Complaint to	RoHS, Reach, SVCH

UPS Delta – Familia AmplOn

Serie GAIA, Monofásico

1/2/3 kVA

Confiabilidad para los momentos más críticos

La serie GAIA de Amplon es un UPS de doble conversión y en línea verdadero diseñado para montaje tipo torre o rack y se recomienda para servidores, VoIP telecomunicaciones y redes. Este versátil UPS combina características tales como protección de tiempo completo y alto factor de potencia de entrada, en un espacio reducido de un gabinete de 2RU.

La serie GAIA de Amplon cuenta con baterías integradas que proporcionan alimentación continua y estable a cargas críticas cuando se producen problemas en el suministro eléctrico. Con un kit de batería externa, puede cubrir requisitos que exigen más tiempo de autonomía.

Disponibilidad

- Tecnología de doble conversión que proporciona protección ininterrumpida (24/7).
- Baterías internas incluidas, para una autonomía básica.
- Capacidad de arranque por baterías (battery-start).
- Conectividad RS232 y USB con software de administración.
- Protector integrado contra sobretensión en la línea de datos, teléfono, fax y red.

Flexibilidad

- Configuración tipo torre o rack (Gabinete de 2U).
- Kit de batería externa opcional para aumentar el tiempo de autonomía.
- Ranura SNMP para aplicaciones de misión crítica.
- Salida programable que ahorra energía para cargas importantes.

Costo Total de propiedad bajo

- Amplio rango de voltaje de entrada que reduce el número de descargas de la batería y prolonga su período de vida útil.
- Alto factor de potencia de entrada ($pf > 0,97$) ahorra costos de instalación.
- Administración inteligente que evita descarga profunda de la batería.



Servidor



Telecomunicaciones



Industria



Red



VoIP



Almacenamiento



Sector Médico

UPS Delta – Familia AmplOn

Serie GAIA, Monofásico

1/2/3 kVA

Especificaciones Técnicas				
Modelo		GAIA-1K	GAIA-2K	GAIA-3K
Potencia		1kVA/800W	2kVA/1600W	3kVA/2100W
Entrada	Voltaje Nominal	200/208/220/230/240 Vac (Monofásico F-N-T)		
	Rango de Voltaje	130 ~ 275 Vac**		
	Frecuencia	50 or 60 ± 5 Hz		
	Factor de Potencia	> 0.97		
	Conectividad	Cable de poder (IEC320 C14) Cable de poder (IEC320 C20) Cable de poder (IEC320 C20)		
Salida	Voltaje	200/208/220/230(default)/240 Vac (Monofásico F-N-T)*		
	Distorsión armónica de voltaje	< 3% (Carga Lineal); < 6% (Carga - PC)		
	Regulación de Voltaje	± 2%		
	Frecuencia	50 / 60 ± 0.05 Hz		
	Forma de onda	Onda sinusoidal pura		
	Capacidad de Sobrecarga	105 ~ 125%: 3 minutos; 125 ~ 150%: 30 segundos; > 150%: 0.5 segundos		
	Conectividad	IEC320 C13 x 3 x 2	IEC320 C13 x 3 x 2	IEC320 C13 x 3 x 2
			IEC320 C19 x 1	IEC320 C19 x 1
Batería	Valor Nominal	12V/8.5Ah, 2 und	12V/8.5Ah, 4 und	12V/8.5Ah, 6 und
	Corriente de carga	0.6 ~ 1.2A (defecto 0.8A)	0.6 ~ 1.2A (defecto 0.8A)	0.74 ~ 1.38A (defecto 1A)
	Tiempo de autonomía típico	12 minutos (media carga)	13 minutos (media carga)	15 minutos (media carga)
		4 minutos (plena carga)	4 minutos (plena carga)	5 minutos (plena carga)
Interfaces de comunicación		Estándar RS232 x 1, USB x 1, SNMP slot x 1		
Conformidad	Seguridad	CE, EN62040-1		
	EMC	EN62040-2 Class B	EN62040-2 Class A	EN62040-2 Class A
Otras funciones	Protección de línea de datos	Incluida (RJ11/RJ45, teléfono y red)		
	REPO	RJ11 conector		
	Kit para montaje tipo riel	Opcional		
	Kit para montaje tipo torre	Incluido		
	Kit de batería externa	Opcional		
Eficiencia		AC-AC > 87% (plena Carga)		
Condiciones Ambientales	Temperatura de Operación	0 ~ 40°C		
	Humedad Relativa	5 ~ 95% (sin condensación)		
	Ruido audible (a un metro)	45 dBA	50 dBA	60 dBA
Características Físicas	Dimensiones	UPS 440 x 335 x 89 mm	440 x 432 x 89 mm	440 x 610 x 89 mm
	(LxPxA)	Kit de Baterías 440 x 333 x 89 mm	440 x 430 x 89 mm	440 x 608 x 89 mm
	Peso	UPS 13 kg	21 kg	31 kg
		Kit de Baterías 16 kg	29 kg	43 kg

* Para 200 Vac, la capacidad del UPS tiene un derrateo de potencia del 10%.

** Para el rango de entrada de 130 ~ 160 Vac, la carga sostenible es del 70% al 100% de la capacidad del UPS.

Todas las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.



Panel Frontal - LED



Montaje tipo Rack/Torre



1 kVA Vista posterior



2/3 kVA Vista posterior



Delta ofrece una línea completa de soluciones en UPS de 600 VA a 4000 kVA para satisfacer sus necesidades de potencia segura.



Fabulous 50
2007~ 2008
Forbes Asia



Premio a la Excelencia
ecológica Frost & Sullivan
2009 por liderazgo empresarial



El sistema de fabricación de
Delta cuenta con la certificación
ISO 9001 e ISO 14001



Certificado IECQ de
gestión de procesos
con sustancias peligrosas



1U Rack-Mount Power Strip, 120V, 20A, L5-20P, 12 Outlets (6 Front-Facing, 6-Rear-Facing) 15-ft. Cord

MODEL NUMBER: RS-1215-20T



Description

Tripp Lite's RS-1215-20T Power Strip offers 20A capacity AC power distribution in a versatile multi-mount cabinet. Detachable mounting flanges are configurable for rackmount, wallmount and under-counter installation.

Uses only 1 rack space (1U) when installed in any 19-in. rack meeting EIA standards. Unfiltered electrical pass-through makes RS-1215-20T ideal for distributing alternate waveform UPS or generator power in rack enclosures, network closets and more. Includes 12 NEMA5-15/20R outlets (6 front/6 rear), 15-ft. AC power cord with locking NEMA L5-20P input plug and lighted switch with cover that prevents risk of accidental turn-off.

PLUG/OUTLETS: Input: NEMA L5-20P Output: 12 x NEMA5-15/20R (6 front/6 rear)

ELECTRICAL: 120V AC, 50/60Hz, 20A (Requires NEMA 5-20R wall receptacle)

FORMAT: 19-in. rackmount (uses 1 rack space/1U), wallmount, under-counter and more

Features

- Versatile all-metal cabinet with detachable mounting flanges allows rackmount, wallmount, undercounter and other creative mounting options
- Uses one rack space (1U) in standard 19-in. rack ("zero U" mounting possible in many racks)
- Unfiltered electrical pass-through reliably distributes alternate waveform AC power from UPS or generator to supported equipment
- 12 x NEMA5-15/20R output receptacles (6 front/6 rear)
- 15-ft. AC cord with NEMA L5-20P input plug
- Lighted power switch confirms power on/off status
- Snap-in switch guard prevents accidental turn-off
- 20A electrical capacity with circuit breaker
- 120V AC, 50/60Hz electrical compatibility

Highlights

- Designed for standard 19-in. racks (1U high)
- 12 NEMA5-15/20R outlets (6 front/6 rear)
- 15-ft. cord with locking NEMA L5-20P input plug
- 20A circuit breaker

Applications

- Multiple-outlet power distribution for multiple loads in 19-in. rackmount, wallmount and under-counter applications, such as internetworking, PC systems, telecommunications, audio/video, security, sound reinforcement and more. Ideal for distribution of UPS, generator or commercially derived AC power to protected equipment.

Specifications



Tripp Lite
1111 W. 35th Street
Chicago, IL 60609 USA
Telephone: 773.869.1234
www.tripplite.com

OVERVIEW	
Style	Rack-Mount
OUTPUT	
Frequency Compatibility	50 / 60 Hz
Output Receptacles	(12) 5-15/20R
Overload Protection	20A circuit breaker
INPUT	
Nominal Input Voltage(s) Supported	120V AC
Recommended Electrical Service	20A 120V dedicated line
Input Connection Type	NEMA L5-20P
Input Cord Length (ft.)	15
Input Cord Length (m)	4.57
Voltage Compatibility (VAC)	120
USER INTERFACE, ALERTS & CONTROLS	
Switches	Lighted power switch
Locking Switch Cover	Yes
PHYSICAL	
Shipping Dimensions (hwd / in.)	2.25 x 20.5 x 9.5
Shipping Dimensions (hwd / cm)	5.7 x 52.1 x 24.1
Shipping Weight (lbs.)	6
Shipping Weight (kg)	2.7
Unit Dimensions (hwd / in.)	1.75 x 17.5 x 4.5
Unit Dimensions (hwd / cm)	4.3 x 44.4 x 11.4
Unit Weight (lbs.)	5.4
Unit Weight (kg)	2.4
Material of Construction	Steel
Included Mounting Accessories	1U rackmount flanges
Receptacle Color	Black
Color (AC Line Cord)	Black
Form Factors Supported	1U rackmount, wallmount
Outlets Measurement (Center to Center)	Distance between Front outlets = 51.6mm; Distance between Rear outlets = 71.1mm



Tripp Lite
1111 W. 35th Street
Chicago, IL 60609 USA
Telephone: 773.869.1234
www.tripplite.com

CERTIFICATIONS	
Approvals	UL-recognized (USA)/cUR (Canada)
WARRANTY	
Product Warranty Period (Worldwide)	Lifetime limited warranty

© 2015 Tripp Lite. All rights reserved. All trademarks are the sole property of their respective owners. Tripp Lite has a policy of continuous improvement. Specifications are subject to change without notice. Photos may differ slightly from final products.

Fan tray



General remarks: Fan tray designed for use in 19" rack applications, incorporating standard design AC Shaded pole compact fans. Impedance protection against overloading. Fan tray manufactured from anti-corrosion finish sheet steel, metal fan housing and impeller.

Nominal data		Total fan capacity	Free air capacity	Free air capacity	Power consumption	Tray acoustic performance	Lead	IEC Plug	Switch	Description
Type	m ³ /h	m ³ /h	l/s	W	dB(A)					
FT300XL30-01	480	395	110	59	54.3	X	-	-		230V 50Hz 3-fan tray
FT300SL30-01	480	395	110	59	54.3	X	-	X		230V 50Hz 3-fan tray
FT300SP30-01	480	395	110	59	54.3	-	X	X		230V 50Hz 3-fan tray
FT600XL30-01	960	785	220	119	56.8	X	-	-		230V 50Hz 6-fan tray
FT600SL30-01	960	785	220	119	56.8	X	-	X		230V 50Hz 6-fan tray
FT600SP30-01	960	785	220	119	56.8	-	X	X		230V 50Hz 6-fan tray
FT900XL30-01	1440	1180	330	179	58.0	X	-	-		230V 50Hz 9-fan tray
FT900SL30-01	1440	1180	330	179	58.0	X	-	X		230V 50Hz 9-fan tray
FT900SP30-01	1440	1180	330	179	58.0	-	X	X		230V 50Hz 9-fan tray

subject to alterations

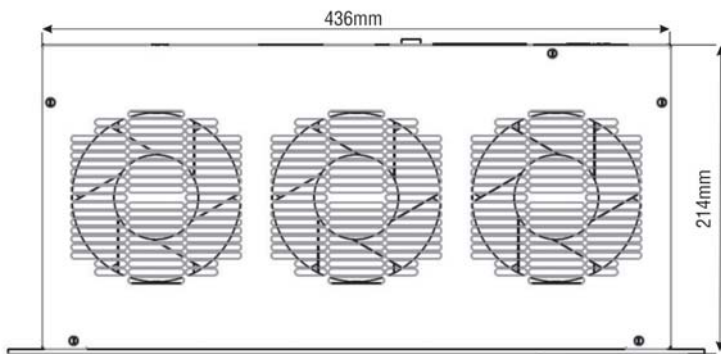
Just some of the options available:

- Any fan available on request
- DC Options available
- Customised front panel
- Standby switch
- Lead out
- IEC plug
- Air filter
- Temperature sensor
- Speed monitor
- Speed control
- Painted

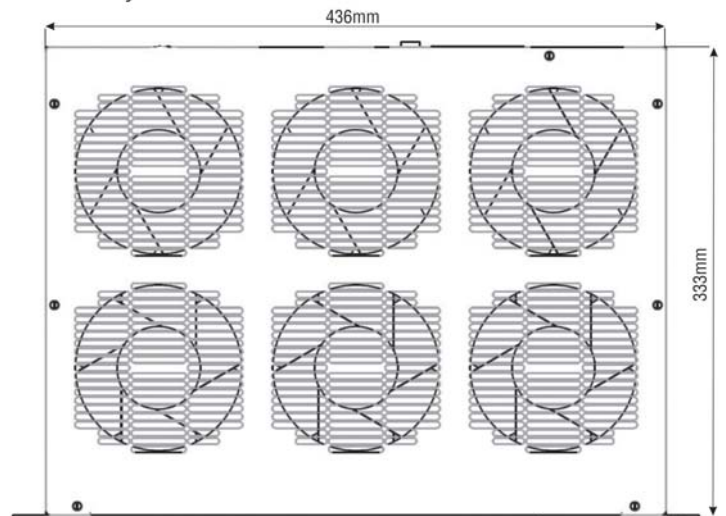
Fan tray



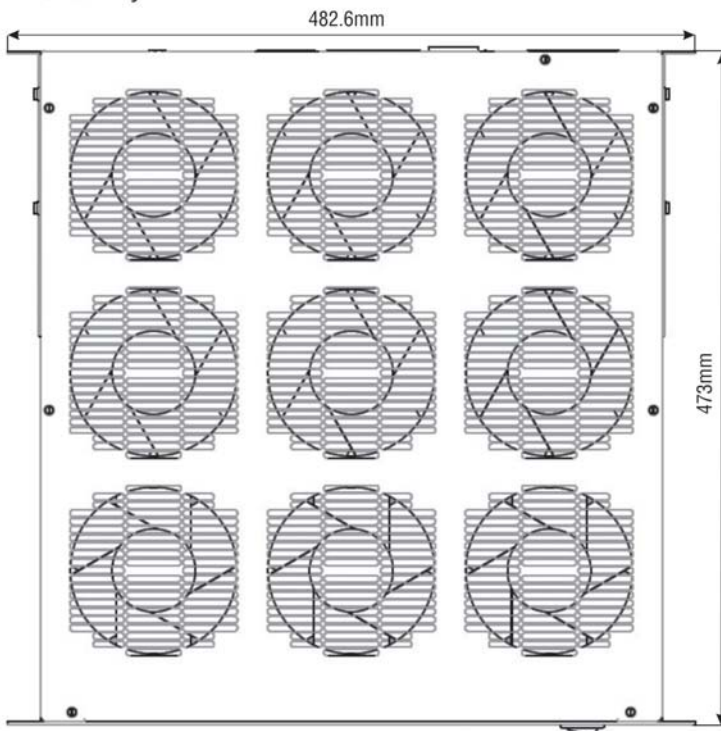
3 fan tray



6 fan tray



9 fan tray



All denominations of fan tray bracket

